

# ***SCXI***

---

## **SCXI-1600 Руководство по применению 16-разрядный модуль дигитайзера**

## Техническая поддержка по всему миру и информация о выпускаемой продукции

ni.com

### Штаб-квартира корпорации National Instruments

11500 North Морас Expressway Austin, Texas 78759-3504 USA Tel: 512 683 0100

### Офисы по всему миру

Australia 1800 300 800, Austria 43 0 662 45 79 90 0, Belgium 32 0 2 757 00 20, Brazil 55 11 3262 3599, Canada (Calgary) 403 274 9391, Canada (Ottawa) 613 233 5949, Canada (Quebec) 450 510 3055, Canada (Toronto) 905 785 0085, Canada (Vancouver) 604 685 7530, China 86 21 6555 7838, Czech Republic 420 224 235 774, Denmark 45 45 76 26 00, Finland 385 0 9 725 725 11, France 33 01 48 14 24 24, Germany 49 0 89 741 31 30, India 91 80 51190000, Israel 972 0 3 6393737, Italy 39 02 413091, Japan 81 3 5472 2970, Korea 82 02 3451 3400, Malaysia 903 9131 0918, Mexico 01 800 010 0793, Netherlands 31 0 348 433 466, New Zealand 0800 553 322, Norway 47 0 66 90 76 60, Poland 48 22 3390150, Portugal 351 210 311 210, Russia 7 095 783 68 51, Singapore 65 6226 5886, Slovenia 386 3 425 4200, South Africa 27 0 11 805 8197, Spain 34 91 640 0085, Sweden 46 0 8 587 895 00, Switzerland 41 56 200 51 51, Taiwan 886 2 2528 7227, Thailand 662 992 7519, United Kingdom 44 0 1635 523545

За подробной информацией о поддержке обратитесь к документу *Technical Support Information*. Чтобы оставить свои комментарии о документации National Instruments, зайдите на сайт [ni.com/info](http://ni.com/info) и введите код обратной связи *feedback*.

© 2004 National Instruments Corporation. Все права защищены.

# Важная информация

## Гарантийные обязательства

На модули SCXI-1600 действует гарантия, которая подтверждается гарантийным талоном или другим документом. Гарантийный срок составляет один год, начиная с даты продажи. Гарантийные обязательства распространяются на дефекты используемых материалов и брак изделия. National Instruments обязуется отремонтировать или заменить неисправное оборудование в течение гарантийного срока. Гарантийное обслуживание включает в себя замену комплектующих и ремонтные работы.

Гарантия на носитель информации, на котором поставляется программное обеспечение National Instruments, действует в течение 90 дней со дня продажи, который указан в гарантийном талоне или другом документе. National Instruments обязуется в течение гарантийного срока восстановить или заменить бракованный носитель информации с программным обеспечением. National Instruments не гарантирует стабильность и безошибочность работы программного обеспечения.

Перед тем, как оборудование принимается на гарантийное обслуживание, снаружи упаковки должен быть нанесен номер возврата товара, полученный на заводе. National Instruments оплатит почтовые расходы при возврате комплектующих, находящихся на гарантии.

National Instruments ручается за достоверность информации в настоящем документе. Тщательно проверена техническая грамотность документа. При обнаружении технических или орфографических ошибок National Instruments оставляет за собой право внесения изменений в последующих изданиях этого документа с предварительным уведомлением обладателей настоящего издания. В случае подозрений о наличии ошибок читателю следует поставить об этом в известность National Instruments.

Ни при каких обстоятельствах National Instruments не несет ответственность за неисправности, связанные с использованием информации, содержащейся в настоящем документе.

NATIONAL INSTRUMENTS НЕ ДАЕТ БОЛЬШЕ НИКАКИХ ГАРАНТИЙ, ПРЯМЫХ ИЛИ КОСВЕННЫХ, НА ПРИГОДНОСТЬ ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ КОНКРЕТНЫХ ЗАДАЧ. УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ, ВЫЗВАННЫХ НЕБРЕЖНЫМ ОБРАЩЕНИЕМ С ИЗДЕЛИЯМИ NATIONAL INSTRUMENTS, ДОЛЖНО ПРОИЗВОДИТЬСЯ ЗА СЧЕТ ПОКУПАТЕЛЯ. NATIONAL INSTRUMENTS НЕ НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА НЕИСПРАВНОСТИ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ПОТЕРЕЙ ДАННЫХ, ПРЯМЫЕ И КОСВЕННЫЕ УБЫТКИ, ЕСЛИ ПОТРЕБИТЕЛЬ О НИХ ЗАРАНЕЕ ПРЕДУПРЕЖДЕН.

Ответственность National Instruments ограничена независимо от того, было ли изделие повреждено случайно или умышленно. Любые иски против National Instruments должны быть рассмотрены в течение одного года. National Instruments не несет ответственности за любую задержку гарантийного обслуживания в случае возникновения обстоятельств непреодолимой силы. Гарантийному ремонту не подлежат неисправности, дефекты, отказы, вызванные несоблюдением инструкций по установке, работе и обслуживанию изделия; самостоятельной модификацией изделия; небрежным и неправильным обращением; сбоями и импульсными помехами в питающей сети, пожарами, наводнениями, авариями, действиями третьих лиц или обстоятельствами непреодолимой силы.

## Авторское право

Согласно законам об авторском праве, это руководство нельзя переиздавать и распространять как в электронной, так и в печатной форме путем ксерокопирования, перезаписи, хранения в информационно-поисковых системах. Также нельзя осуществлять полный или частичный перевод без предварительного письменного разрешения от корпорации National Instruments.

## Торговые марки

CVI™, DAQ-STC™, LabVIEW™, Measurement Studio™, National Instruments™, NI™, ni.com™, NI-DAQ™, SCXI™, являются торговыми марками корпорации National Instruments.

Названия других упомянутых в данном руководстве изделий и производителей также являются торговыми марками, у которых есть правообладатели.

## Патенты

Для получения информации о патентах, которыми защищены изделия National Instruments, запустите команду **Help»Patents** из главного меню Вашего программного обеспечения, откройте файл `patents.txt` на имеющемся у Вас компакт-диске или зайдите на сайт [ni.com/patents](http://ni.com/patents).





## **Техника безопасности при работе с изделиями National Instruments**

(1) ИЗДЕЛИЯ NATIONAL INSTRUMENTS НЕ СОДЕРЖАТ КОМПОНЕНТОВ, ПОЗВОЛЯЮЩИХ ИХ ИСПОЛЬЗОВАТЬ СОВМЕСТНО С ХИРУРГИЧЕСКИМИ ИМПЛАНТАНТАМИ, А ТАКЖЕ В ЛЮБЫХ СИСТЕМАХ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ, ОТКАЗ КОТОРЫХ МОЖЕТ НАНЕСТИ СУЩЕСТВЕННЫЙ ВРЕД ЧЕЛОВЕКУ. ПРОВЕРКА НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ В ТАКИХ СИСТЕМАХ НЕ ПРОВОДИЛАСЬ.

(2) В ЛЮБЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ, ВКЛЮЧАЯ ВЫШЕУПОМЯНУТЫЕ, НАДЕЖНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ МОЖЕТ БЫТЬ СНИЖЕНА ЗА СЧЕТ ФЛЮКТУАЦИЙ ПИТАЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ, НЕИСПРАВНОСТЕЙ КОМПЬЮТЕРА, НАСТРОЕК ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ, НАСТРОЕК КОМПИЛЯТОРОВ И СРЕДЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ, В КОТОРОЙ РАЗРАБАТЫВАЕТСЯ ПРИЛОЖЕНИЕ, ОШИБОК ПРИ УСТАНОВКЕ, ПРОБЛЕМ СОВМЕСТИМОСТИ АППАРАТНОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, НЕИСПРАВНОСТЕЙ И СБОЕВ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ МОНИТОРИНГА ИЛИ УПРАВЛЕНИЯ, САМОУСТРАНЯЮЩИХСЯ ОТКАЗОВ АППАРАТНОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, НЕПРАВИЛЬНОГО ОБРАЩЕНИЯ, ОШИБОК ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ИЛИ РАЗРАБОТЧИКА ПРИЛОЖЕНИЯ (ВСЕ ЭТИ ФАКТОРЫ НАЗЫВАЮТСЯ СИСТЕМНЫМИ СБОЯМИ). ЛЮБОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ, ГДЕ СИСТЕМНЫЙ СБОЙ МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ПОВРЕЖДЕНИЮ ИМУЩЕСТВА, А ТАКЖЕ РАНЕНИЮ ИЛИ СМЕРТИ ЛЮДЕЙ, НЕ МОЖЕТ ВЫЗЫВАТЬ ДОВЕРИЕ. ВО ИЗБЕЖАНИЕ ТАКИХ СЛУЧАЕВ РАЗРАБОТЧИК ИЛИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ ПРИЛОЖЕНИЯ ДОЛЖНЫ ПРЕДУСМОТРЕТЬ МЕРЫ ЗАЩИТЫ ОТ СИСТЕМНЫХ СБОЕВ, ВКЛЮЧАЯ МЕХАНИЗМЫ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ И ОТКЛЮЧЕНИЯ, ПОСКОЛЬКУ, ВО-ПЕРВЫХ, КАЖДАЯ ГОТОВАЯ СИСТЕМА ПРИСПАСАБИВАЕТСЯ ДЛЯ КОНКРЕТНОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ И ОТЛИЧАЕТСЯ ОТ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ NATIONAL INSTRUMENTS, ВО-ВТОРЫХ, ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ ИЛИ РАЗРАБОТЧИК МОЖЕТ КОМБИНИРОВАТЬ ИЗДЕЛИЯ NATIONAL INSTRUMENTS С ДРУГИМИ ИЗДЕЛИЯМИ СПОСОБАМИ, КОТОРЫЕ НЕ ПРОВЕРЯЛИСЬ СПЕЦИАЛИСТАМИ NATIONAL INSTRUMENTS. ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ ИЛИ РАЗРАБОТЧИК ПОЛНОСТЬЮ ОТВЕЧАЕТ ЗА ПРОВЕРКУ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАВИЛЬНОСТИ СБОРКИ, ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ИЛИ ПРИЛОЖЕНИЙ, В СОСТАВ КОТОРЫХ ВХОДЯТ ИЗДЕЛИЯ NATIONAL INSTRUMENTS

# Условные обозначения

---

	В настоящем руководстве используются следующие обозначения:
< >	В угловые скобки заключены значения, ассоциируемые с именами бит или сигналов
»	Символ » служит, чтобы показать путь выбора цели с помощью вложенных меню и диалоговых окон. Например, последовательность <b>File»Page Setup»Options</b> означает, что Вам следует открыть меню <b>File</b> , выбрать там пункт <b>Page Setup</b> и затем выбрать команду <b>Options</b> в появившемся диалоговом окне.
	Пиктограмма примечания с важной информацией.
	Пиктограмма предупреждения, содержащие рекомендации, как избежать травм, потерь данных или выхода из строя системы. Если такая пиктограмма нанесена на корпус изделия, обратитесь к инструкции по технике безопасности <i>Read Me First: Safety and Radio-Frequency Interference</i> , поставляемой вместе с изделием.
	Если такая пиктограмма нанесена на изделие, Вам следует принять меры предосторожности во избежание поражения электрическим током.
	Если такая пиктограмма нанесена на какой-либо компонент изделия, он может оказаться горячим. Прикосновение к нему может вызвать ожог.
полужирный	Полужирным шрифтом выделены пункты меню или органы управления диалоговых окон, а также обозначения параметров.
курсив	Курсивом выделены имена переменных, важные фрагменты текста, перекрестные ссылки, обозначения элементов оборудования, а также пояснения к ключевым понятиям. Курсивом также выделено место в тексте, которое нужно заменить словом или значением.
monospace	Таким шрифтом записывается текст или отдельные символы, которые следует вводить с клавиатуры, фрагменты текстов программ, примеры программ, а также примеры синтаксиса отдельных команд. Этот шрифт также используется для имен дисковых накопителей, путей, папок, программ, подпрограмм, имен устройств, функций, операций, переменных, имен файлов и расширений.



# Содержание

---

<b>Краткие сведения о модуле SCXI-1600 .....</b>	<b>1</b>
Компоненты, необходимые для начала работы .....	2
Документация National Instruments .....	3
Инсталляция прикладного программного обеспечения, драйверов NI-DAQmx и модуля .....	4
Инсталляция модуля SCXI-1600 .....	4
Назначение светодиодных индикаторов .....	4
<b>Подключение сигналов .....</b>	<b>6</b>
Подключение сигналов .....	8
Описание входных и выходных сигналов .....	8
Правила подключения источников сигналов .....	10
<b>Принцип действия .....</b>	<b>11</b>
Аналоговые входы .....	12
Тип входа .....	12
Полярность, диапазон и коэффициент усиления входных сигналов .....	12
О выборе диапазона входных сигналов SCXI системы .....	13
Расчет максимальной частоты сканирования .....	13
К вопросу о сканировании .....	14
Маршрутизация сигналов синхронизации .....	15
Линии ввода-вывода с программируемой функцией .....	16
Мультиплексирование .....	16
<b>Применение модуля SCXI-1600 .....</b>	<b>18</b>
Разработка приложения в NI-DAQmx .....	18
Блок-схема типового алгоритма .....	18
Общие пояснения к типовому алгоритму .....	20
Разработка приложения в LabVIEW .....	22
Задание строк каналов в DAQmx .....	25
Средства разработки приложений на основе текстовых языков программирования .....	25
Другая документация и материалы по приложениям .....	26
Калибровка систем с SCXI-1600 .....	26
Процедура внутренней калибровки .....	26
Выполнение внутренней калибровки с помощью MAX .....	27
Выполнение внутренней калибровки с помощью LabVIEW .....	27
Внешняя калибровка .....	28

Сквозная калибровка системы.....	28
<b>Приложение А. Технические характеристики .....</b>	<b>29</b>
Аналоговый ввод .....	29
Калибровка .....	33
Характеристики питания.....	33
Габаритные размеры .....	33
Предельное рабочее напряжение .....	33
Условия эксплуатации .....	33
Требования безопасности .....	34
Электромагнитная совместимость .....	34
<b>Приложение В. Информация о сигналах синхронизации .....</b>	<b>35</b>
Подключение сигналов синхронизации .....	35
Подключения входов с программируемыми функциями .....	36
Подключения входов синхронизации сбора данных .....	37
<b>Приложение С. Деинсталляция модуля SCXI-1600.....</b>	<b>44</b>
<b>Приложение D. Часто задаваемые вопросы .....</b>	<b>46</b>
<b>Глоссарий.....</b>	<b>48</b>



# Рисунки

Рисунок 2-1	Кабель между модулем SCXI-1600 и портом USB компьютера или USB концентратором (Hub)	6
Рисунок 2-2	Разъемы на лицевой панели модуля SCXI-1600	7
Рисунок 3-1	Блок-схема модуля SCXI-1600	11
Рисунок 3-1	Маршрутизация сигнала AI CONV CLK	15
Рисунок 4-1	Блок-схема типового алгоритма	19
Рисунок В-1	Подключение сигналов синхронизации ввода-вывода	36
Рисунок В-2	Сбор данных в режиме «положительного» запуска	37
Рисунок В-3	Сбор данных в режиме «положительного» запуска	38
Рисунок В-4	Временные параметры сигнала AI START TRIG	38
Рисунок В-5	Временные параметры сигнала AI REF TRIG	39
Рисунок В-6	Временные параметры входного сигнала AI SAMP CLK	40
Рисунок В-7	Временные параметры входного сигнала AI SAMP CLK	40
Рисунок В-8	Временные параметры входного сигнала AI CONV CLK	42
Рисунок В-9	Временные параметры входного сигнала SI SOURCE	43
Рисунок С-1	Извлечение модуля SCXI-1600	44

# Таблицы

Таблица 1-1	Состояние светодиодов и USB интерфейса модуля SCXI-1600	5
Таблица 2-1	Описание входных и выходных сигналов	8
Таблица 2-2	Характеристики входных и выходных сигналов	9
Таблица 3-1	Результирующий диапазон и погрешность измерений	13
Таблица 4-1	Программирование задачи в LabVIEW	23



## Краткие сведения о модуле SCXI-1600

В настоящем разделе приводятся краткие сведения о модуле-дигитайзере SCXI-1600. Модуль SCXI-1600 – быстродействующее USB устройство, обладающее свойством “plug-and-play” благодаря возможности непосредственного подключения SCXI-системы к стандартному компьютерному порту USB и .

SCXI-1600 является USB модулем ввода-вывода (DAQ), выполненном на основе 16-разрядного аналого-цифрового преобразователя (ADC). Аналоговые сигналы поступают в модуль от других SCXI модулей или усилителей, преобразует эти сигналы в код и отправляет их в компьютер через USB порт. SCXI-1600 может также обслуживать аналоговые выходы, цифровые входы и выходы других модулей SCXI системы. В модуле SCXI-1600 нет DIP-переключателей, джамперов (перемычек) или потенциометров – его конфигурирование и калибровка осуществляются программно.

Модуль SCXI-1600 в соединении с другими модулями SCXI может использоваться для измерения сигналов от термопар, терморезисторов, тензометрических мостов, источников напряжения или тока при общем количестве каналов измерения до 352. Модуль совместим с USB интерфейсом, который поддерживает «горячее подключение», поэтому нет необходимости отключать питание компьютера при подсоединении к нему SCXI системы.



**Внимание!** Модули SCXI нельзя заменять без отключения питания. Как правильно устанавливать модули, изложено в разделе *Инсталляция SCXI-1600*.

Модуль SCXI-1600 относится к устройствам ввода-вывода серии E, для реализации функции синхронизации в нем используется контроллер типа DAQ-STC. Это позволяет реализовать режимы с эквивалентным интервалом дискретизации, плавно изменять частоту дискретизации. Контроллер DAQ-STC состоит из трех узлов синхронизации, с помощью которых осуществляется управление аналоговыми входами.

Подробные характеристики модуля SCXI-1600 приведены в Приложении А – *Характеристики модуля SCXI-1600*.

# Компоненты, необходимые для начала работы

---

Для настройки и эксплуатации модуля SCXI-1600 необходимы иметь следующие компоненты:

- ❑ Аппаратные средства
  - модуль SCXI-1600 (поставляется с кабелем USB)
  - модули SCXI с аналоговыми или цифровыми входами или выходами
  - шасси SCXI
  - персональный компьютер или PXI контроллер с портом USB
  - кабели, переходники и датчики, если они требуются для Вашего приложения



**Примечание:** модуль SCXI-1600 не совместим с комбинированным шасси PXI/SCXI.

- ❑ Программное обеспечение
  - драйверы NI-DAQ версии не ниже 7.3
  - один из пакетов программных средств проектирования:
    - LabVIEW
    - LabWindows<sup>TM</sup>/CVI<sup>TM</sup>
- ❑ Документация
  - *SCXI-1600 User Manual (Руководство по применению SCXI-1600)*
  - *DAQ Getting Started Guide (Руководство для начала работы с DAQ-устройством)*
  - *SCXI Quick Start Guide (Краткое руководство для начала работы с модулями SCXI)*
  - *Read Me First: (Инструкция по технике безопасности и электромагнитной совместимости)*
  - Документация на Ваше программное обеспечение

# Документация National Instruments

---

Руководство по применению SCXI-1600 является частью комплекта документации по системам сбора данных (DAQ-системам). Вам могут потребоваться различные руководства в зависимости от используемых в составе системы аппаратных средств и программного обеспечения. В Вашем распоряжении следующие документы:

***DAQ Quick Start Guide*** – в этом документе описывается, как устанавливать DAQ-устройства и драйвера NI-DAQ. Драйвера NI-DAQ нужно устанавливать до установки SCXI модулей.

***SCXI Quick Start Guide*** – содержит краткий обзор по установке SCXI шасси, SCXI модулей и коннекторных блоков, а также информацию по конфигурированию SCXI систем с помощью программной утилиты MAX.

***Getting Started Guide with SCXI*** – этот документ нужно прочитать первым. В нем приведен обзор SCXI систем, также другую необходимую информацию о модулях, шасси и программном обеспечении.

***SCXI chassis manual*** – здесь даны инструкции по установке и обслуживанию шасси.

***SCXI hardware user manuals*** – эти руководства по применению аппаратных средств необходимо прочитать, т.к. в них приводится детальная информация о конфигурациях модулей и подключении сигналов, подробно объясняется принцип действия модулей, содержатся советы по их применению.

Руководства или инструкции по подключению аксессуаров модулей – коннекторных блоков и кабелей с разъемами. При подключении устройств следуйте указаниям этих руководств, в которых поясняются физические особенности соединения отдельных частей систем.

Документация на программное обеспечение – у Вас может быть документация, как на системы разработки прикладных программ, так и драйвера NI-DAQ. Системы разработки прикладных программ National Instruments (NI) – это LabVIEW, LabWindows/CVI и Measurement Studio. После установки аппаратных средств пользуйтесь этой документацией в процессе разработки приложений. Если Вы создаете большую и сложную систему, перед конфигурированием аппаратных средств имеет смысл ознакомиться с документацией на программное обеспечение. Информацию по программному обеспечению можно открыть, выполнив команду стартового меню программ **Start»Programs»National Instruments»NI-DAQ»NI-DAQmx Help**

Вы можете загрузить документы National Instruments с сайта [ni.com/manuals](http://ni.com/manuals).

# Инсталляция прикладного программного обеспечения, драйверов NI-DAQmx и модуля

---

Обратитесь к документу *DAQ Quick Start Guide*, который входит в комплект программного обеспечения NI-DAQ, для инсталляции прикладных программ и драйвера NI-DAQmx.

Для конфигурирования и программирования модуля SCXI-1600 необходим драйвер NI-DAQmx версии 7.3 и выше. Если у Вас нет этой или более поздней версии драйвера, Вы можете связаться с местным торговым представительством NI для запроса диска с драйверами и загрузить новую версию NI-DAQmx с сайта [ni.com/downloads](http://ni.com/downloads).

## Инсталляция модуля SCXI-1600

---



**Примечание:** Перед снятием крышек с корпуса, а также перед подключением или отключением каких-либо сигнальных проводников ознакомьтесь с документом *Read Me First: Safety and Radio-Frequency Interference*.

Обратитесь к руководству *SCXI Quick Start Guide*, чтобы узнать, как распаковывать, монтировать и конфигурировать модуль SCXI-1600 в шасси. После установки модуля включите питание шасси SCXI. Компьютер должен обнаружить шасси и установленные в шасси модули. Если модуль SCXI-1600 неправильно проинициализировался, необходимо перезапустить систему, выключив и повторно включив питание шасси.

## Назначение светодиодных индикаторов

---

На лицевой панели модуля SCXI-1600 установлены 4 светодиода, которые используются для сигнализации о состоянии системы кондиционирования сигналов:

- Два зеленых светодиода, расположенные сверху, контролируют шины питания V+ и V- шасси SCXI, ярко-зеленое свечение светодиодов свидетельствует, что система кондиционирования сигналов функционирует нормально. Если один или оба светодиода V+ или V- выключены, проверьте предохранители на задней панели шасси SCXI и замените сгоревшие предохранители, воспользовавшись инструкцией, приведенной в руководстве *SCXI Chassis User Manual*.
- Два светодиодных индикатора, расположенные внизу – желтый *ACTIVE* и зеленый *READY*, отражают состояние интерфейса USB модуля SCXI-1600. Если включено питание модуля, модуль подключен к компьютеру и сконфигурирован правильно, то индикатор *READY* светится ярко-зеленым светом. В таблице 1-1 приведено соответствие состояния светодиодов состоянию системы.

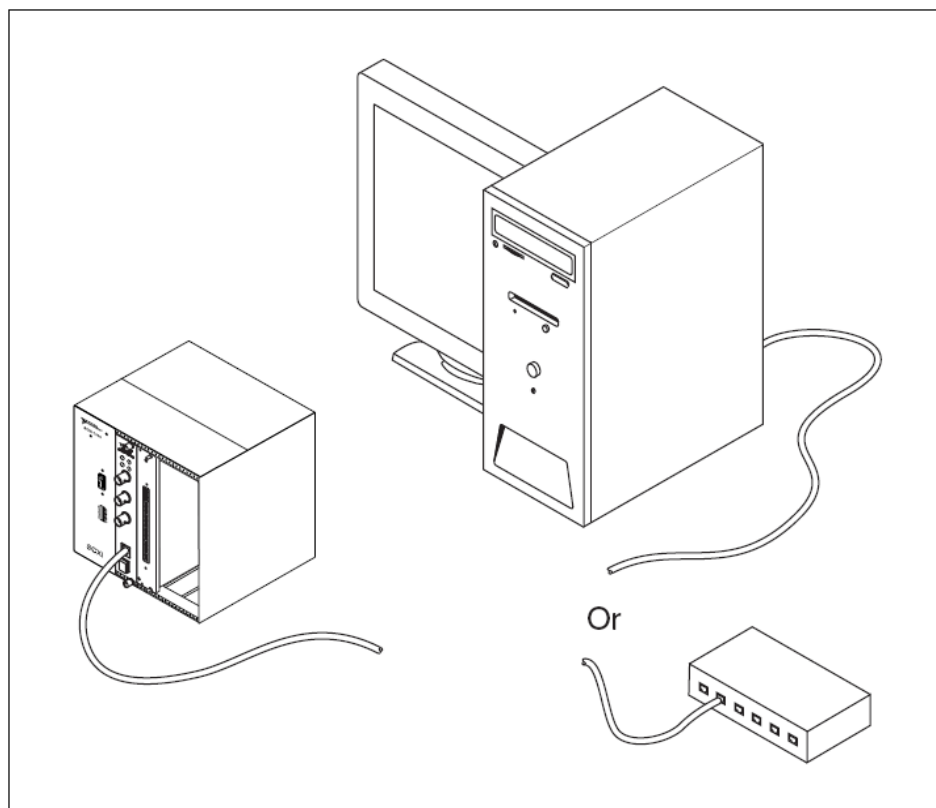
**Таблица 1-1.** Состояние светодиодов и USB интерфейса модуля SCXI-1600

<b>ACTIVE</b> <b>(желтый)</b>	<b>READY</b> <b>(зеленый)</b>	<b>Описание</b>
Выкл.	Выкл.	Не включено питание SCXI-1600.
Выкл.	Вкл.	SCXI-1600 сконфигурирован, но нет связи по USB.
Вкл.	Вкл.	SCXI-1600 сконфигурирован и активирован по USB.
Вспыхивает	Вкл.	
Выкл.	Вспыхивает	SCXI-1600 был сконфигурирован, но нет связи по USB.
Вкл.	Вспыхивает	SCXI-1600 сконфигурирован и активирован по USB.
Вспыхивает	Вспыхивает	
Вспыхивают непрерывно		Исправляемая ошибка SCXI-1600. Можно выключить питание модуля или отсоединить и вновь подключить кабель USB для сброса модуля.
Вспыхивают поочередно		Неисправляемая ошибка SCXI-1600. Обратитесь к документу <i>Signal Conditioning Technical Support Information</i> (Информация о технической поддержке устройств кондиционирования сигналов), чтобы связаться с представителями NI для получения помощи.

## Подключение сигналов

В настоящем разделе описываются способы подключения входных и выходных сигналов к разъемам модуля SCXI-1600. На лицевой панели модуля установлены разъемы следующих типов.

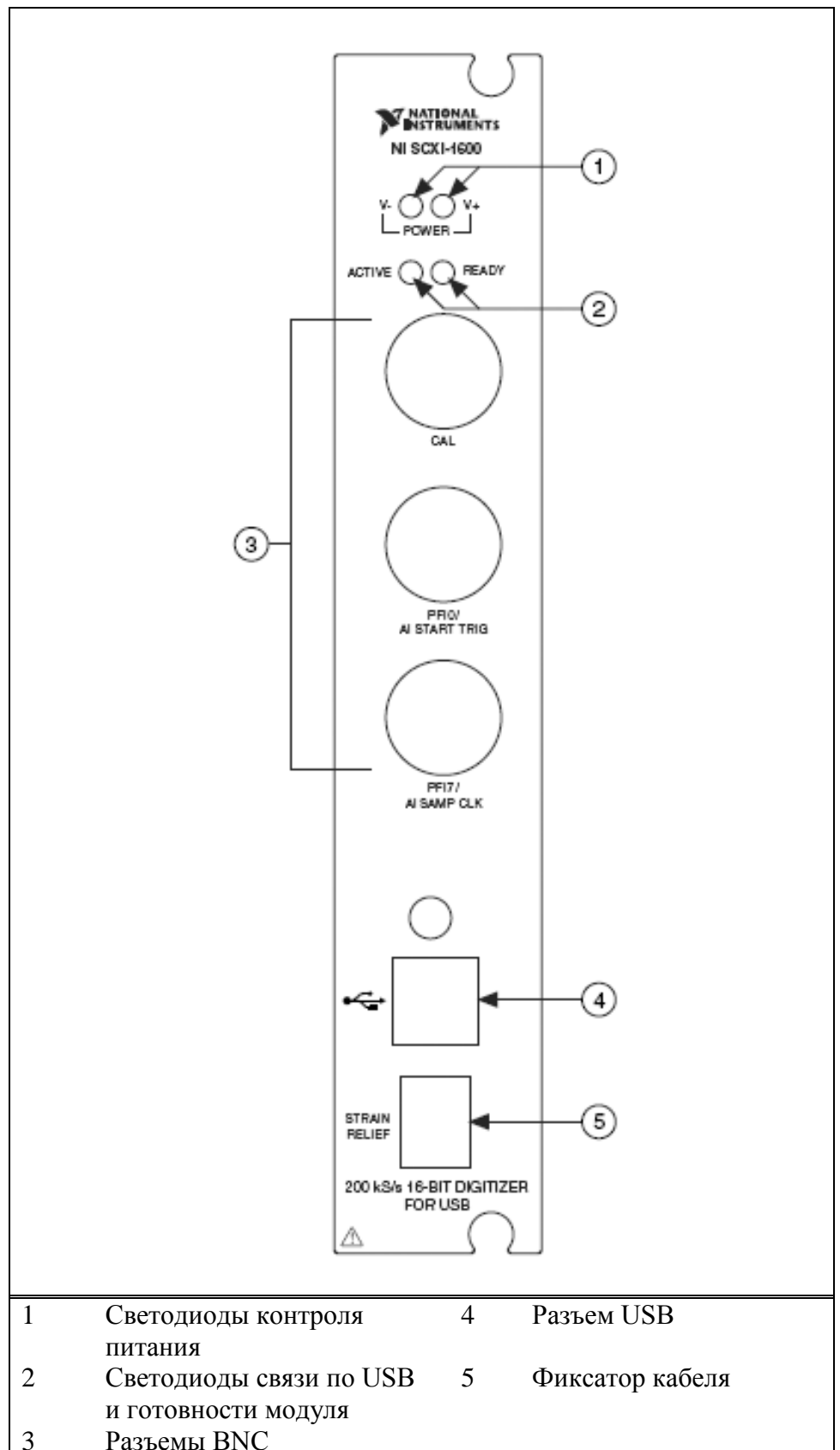
- Три разъема BNC типа (коаксиальные) – предназначены для подключения сигналов PFI 0/AI START TRIG и PFI 7/AI SAMP CLK, а также для внешней калибровки. Информация о выполнении калибровки приведена в главе 4, *Применение модуля SCXI-1600*.
- Разъем USB – предназначен для связи и обмена данными между компьютером и модулем SCXI-1600. На рис. 2-1 показаны варианты подключения модуля.



**Рис. 2-1.** Кабель между модулем SCXI-1600 и портом USB компьютера или USB концентратором (Hub)

На рис. 2.2 показано расположение разъемов SCXI-1600.





**Рис. 2-2.** Разъемы на лицевой панели модуля SCXI-1600

# Подключение сигналов

В этом разделе описываются входные и выходные сигналы модуля SCXI-1600.

## Описание входных и выходных сигналов

Таблица 2-1. Описание входных и выходных сигналов

Наименование сигнала	Общая цепь	Направление	Описание
PFI 0/AI START TRIG	D GND	Вход	PFI 0/Trigger 1 – как вход, это или одна из линий PFI программного ввода или вход аппаратного цифрового запуска. Назначение линий PFI разъясняется в Приложении В, <i>Информация о сигналах синхронизации</i> .
		Выход	Как выход, это сигнал AI START TRIG. В режиме Posttrigger перепад этого сигнала с низкого уровня на высокий инициирует начало сбора данных. В режиме Pretrigger перепад этого сигнала с низкого уровня на высокий инициирует завершение сбора данных.
PFI 7/SAMP CLK	D GND	Вход	PFI 7/Start of scan – как вход это одна из линий PFI программного ввода
		Выход	Как выход, это сигнал SAMP CLK. Импульс на этом входе запускает сканирование аналоговых входов в течение интервала сканирования. Перепад этого сигнала с низкого уровня на высокий сигнализирует о начале сканирования.
EXT CAL	AI GND	Вход	Этот вход используется при внешней калибровке модуля SCXI-1600. Источник калибровочного напряжения постоянного тока должен обладать точностью, не хуже, чем 10 ppm ( $10^{-4}\%$ ).

В таблице 2-2 сведены характеристики входных и выходных сигналов модуля SCXI-1600.



**Внимание!** Превышение допустимых уровней напряжения, указанных в таблице 2-2, может вывести из строя модуль SCXI-1600 и компьютер. National Instruments не несет никакой ответственности за любые повреждения, вызванные несоблюдением ограничений на входные сигналы.

**Таблица 2-2.** Характеристики входных и выходных сигналов

Наименование сигнала	Тип	Защита в состоянии вкл./выкл., В	Выходной ток, мА, при напряжении, В	Входной ток, мА, при напряжении, В	Время нарастания, нс	Сопротивление смещения, кОм
PFI 0/AI START TRIG	DIO	24 В	3,5 мА при ( $V_{CC}-0,4$ ) В	5 мА при 0,4 В	1,5	50 (PU)
PFI 7/SAMP CLK	DIO	24 В	3,5 мА при ( $V_{CC}-0,4$ ) В	5 мА при 0,4 В	1,5	50 (PU)
EXT CAL	AI	24 В	-	-	-	-

AI = аналоговый вход

DIO = цифровой ввод-вывод

PU = подтягивающий резистор

$V_{CC}$  = напряжение питания

**Примечание:** допустимы весьма значительные отклонения сопротивлений подтягивающих резисторов от номинала 50 кОм. Реальные значения могут находиться в диапазоне от 17 кОм до 100 кОм.

Модуль SCXI-1600 управляет SCXI системой и оцифровывает аналоговые сигналы, поступающие от других модулей системы, при этом ему не нужно задавать конфигурационные параметры. Информация о конфигурировании других модулей системы приведена в руководствах по применению этих модулей и в документе *SCXI Quick Start Guid.*



**Примечание:** Модуль SCXI-1600 работает только в режиме мультиплексирования.

В программе MAX нет панели тестирования модуля SCXI-1600, а его пиктограмма в дереве устройств отображается блеклой. Можно только проверить наличие модуля SCXI-1600, запустив тест шасси.

# Правила подключения источников сигналов

---

Помехи, возникающие в окружающей среде, могут значительно повлиять на точность измерений SCXI системы, если неправильно выполнены соединения источников сигналов с измерительными модулями. Ниже изложены основные рекомендации, которым необходимо следовать при подключении источников аналоговых сигналов (но это только самые общие рекомендации).

Предпринимайте следующие меры для минимизации воздействия помех и повышения точности измерений:

- Источники внешних калибровочных сигналов необходимо подключать витой парой проводников с индивидуальным экраном. Проводники, идущие ко входам SN+ и SN-, должны быть свиты друг с другом и закрыты экранированной оплеткой. Экран должен быть подключен только в одной точке – к цепи заземления источника сигнала. Такой способ подключения необходим для сигналов проходящих в среде с большими магнитными полями или значительными электромагнитными помехами.
- Аккуратно прокладывайте соединительные проводники. Кабели должны располагаться в отдалении от источников помех. Часто основным источником помех в компьютерных системах сбора данных является видеомонитор. Разместите монитор как можно дальше от цепей, по которым проходят аналоговые сигналы.

Далее приводятся рекомендации, касающиеся подключений всех аналоговых сигналов к модулю SCXI-1600:

- Отделяйте сигнальные проводники, идущие к модулю SCXI-1600, от проводников, находящихся под высоким напряжением, и от проводников, по которым протекают значительные токи. Силовые проводники расположенные параллельно сигнальным на близком расстоянии способны стать источниками токов или эдс, наводимых в сигнальных проводниках модуля SCXI-1600. Для уменьшения магнитной связи между параллельными проводниками, располагайте их как можно дальше друг от друга, а лучше располагайте проводники перпендикулярно друг к другу.
- Не монтируйте сигнальные проводники в каналах, в которых проходят силовые цепи.
- Защищайте сигнальные проводники от магнитных полей, создаваемых работающими поблизости электродвигателями, сварочных аппаратов, силовых выключателей или трансформаторами, с помощью специальных металлических кабельных каналов.

Дополнительную информацию можно найти в документе *Field Wiring and Noise Consideration for Analog Signals (Помехи при подключении источников аналоговых сигналов)*, опубликованном на сайте [ni.com](http://ni.com).

## Принцип действия

В этой главе обсуждаются теоретические вопросы измерений и принцип действия модуля.

На рис. 3-1 показана блок-схема модуля SCXI-1600.

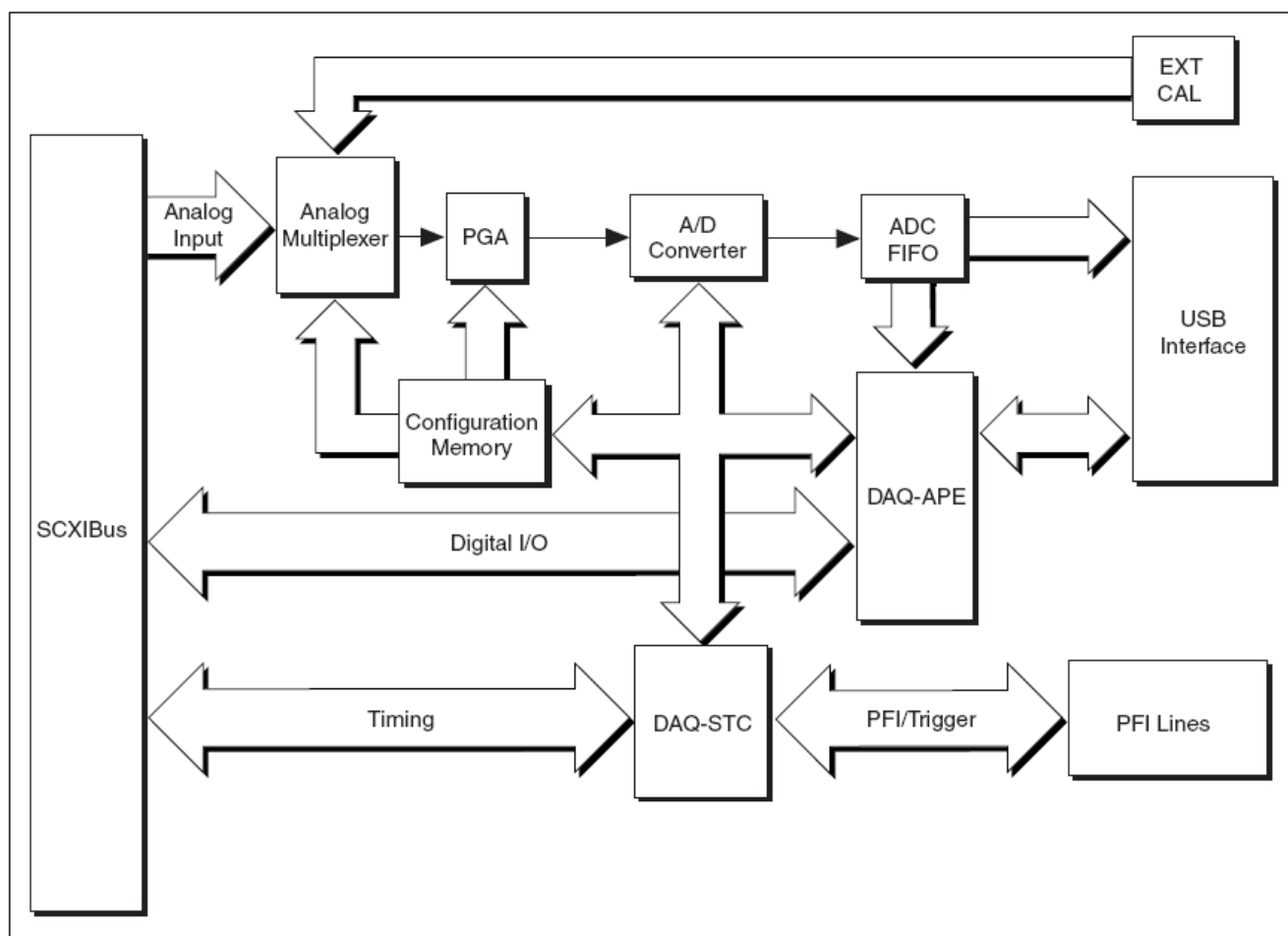


Рис. 3-1. Блок-схема модуля SCXI-1600

## Аналоговые входы

---

Следуйте общим указаниям по монтажу аналоговых входов модулей SCXI при сборке SCXI системы, в состав которой входит модуль SCXI-1600. Тип входа модуля SCXI-1600 никак не связан с типом аналоговых входов других модулей. Подробное описание аналоговых входов дигитайзера содержит информацию о функциональности модуля SCXI-1600.

Блоки аналоговых сигналов из модулей ввода поступают через объединительную панель SCXI шасси подготовленными для преобразования в цифровой код. Тип входа и диапазон входных сигналов, а также программируемые коэффициенты усиления модуля SCXI-1600 детально описаны в следующих разделах.

### Тип входа

Входы модуля SCXI-1600 выполнены по дифференциальной схеме (DIFF). Каналы, сконфигурированные для работы по такой схеме, реализованы следующим образом: положительный полюс входного аналогового напряжения подключается к положительному входу усилителя с программируемым коэффициентом усиления (PGIA), а отрицательный полюс входного аналогового напряжения подключается к отрицательному входу усилителя с программируемым коэффициентом усиления. Все входные аналоговые каналы SCXI модулей мультиплексируются на канал 0 объединительной панели SCXI. Сигналы со всех каналов принимаются в модуль SCXI-1600.

### Полярность, диапазон и коэффициент усиления входных сигналов

Высокая точность модуля SCXI-1600 обусловлена применением усилителя с программируемым коэффициентом усиления. Различные коэффициенты усиления позволяют согласовать диапазон измеряемых сигналов с диапазоном входных сигналов АЦП. В частности, у модуля SCXI-1600 диапазон измеряемых сигналов составляет 10 В (биполярный,  $\pm 5$  В), а возможные значения коэффициентов усиления равны 0,5; 1; 10; 100. Программный драйвер устанавливает необходимый коэффициент усиления, так что при измерениях любых значений входного сигнала используется максимальная разрешающая способность АЦП. Общий коэффициент усиления сигналов равен произведению коэффициентов усиления модуля SCXI аналогового ввода и модуля SCXI-1600. В таблице 3-1 приведены результирующие значения диапазона входных сигналов и погрешности SCXI-1600 в соответствии с выбранной конфигурацией – диапазоном измерений и коэффициентом усиления.

Таблица 3-1. Результирующий диапазон и погрешность измерений

Конфигурация диапазона	Коэффициент усиления	Результирующий диапазон	Погрешность <sup>1</sup>
-5 ÷ +5 В	0,5	-10 ÷ +10 В	305,2 мкВ
	1,0	-5 ÷ +5 В	152,6 мкВ
	10,0	-500 ÷ +500 мВ	15,26 мкВ
	100,00	-50 ÷ +50 В	1,53 мкВ

<sup>1</sup> значение младшего значащего бита 16-разрядного АЦП; соответствует изменению на единицу кода на выходе 16-разрядного АЦП.

Примечание: абсолютные максимальные значения характеристик приведены в Приложении А, *Технические характеристики*

## О выборе диапазона входных сигналов SCXI системы

Выбор диапазона системы зависит от ожидаемого изменения значений входного сигнала. Выбор большего входного диапазона может лучше соответствовать значительным вариациям сигнала, однако это снижает разрешающую способность по напряжению. Выбор более узкого диапазона улучшает разрешающую способность, но при этом возможно, что сигнал выйдет за границы выбранного диапазона. Наилучшие результаты могут быть получены, если входной диапазон системы максимально соответствует ожидаемому диапазону значений входного сигнала. Например, если известно, что значения входного сигнала будут внутри диапазона  $\pm 50$  мВ, нужно устанавливать именно этот предел измерения. Если же при этом значения входного сигнала будут меньше -50 мВ или больше +50 мВ, то получатся недостоверные результаты измерений.

## Расчет максимальной частоты сканирования

Модуль SCXI-1600 может с высокой частотой сканировать большое количество каналов. Расчет максимально допустимой частоты сканирования  $f_{scan}^{max}$  при работе с одним или несколькими модулями SCXI в режиме мультиплексирования можно выполнить по формуле:

$$f_{scan}^{max} = \frac{1}{5 \text{ мкс} \times N_{scan}}$$

где  $N_{scan}$  — количество сканируемых каналов в шасси.

## К вопросу о сканировании

Время установления сигнала в модуле SCXI-1600 зависит от выбранного коэффициента усиления. Для модуля SCXI-1600 коэффициент усиления есть константа, а сопротивление источника сигнала мало. Полный список значений времени установления сигнала в модуле SCXI-1600 приведен в Приложении А, *Технические характеристики*.

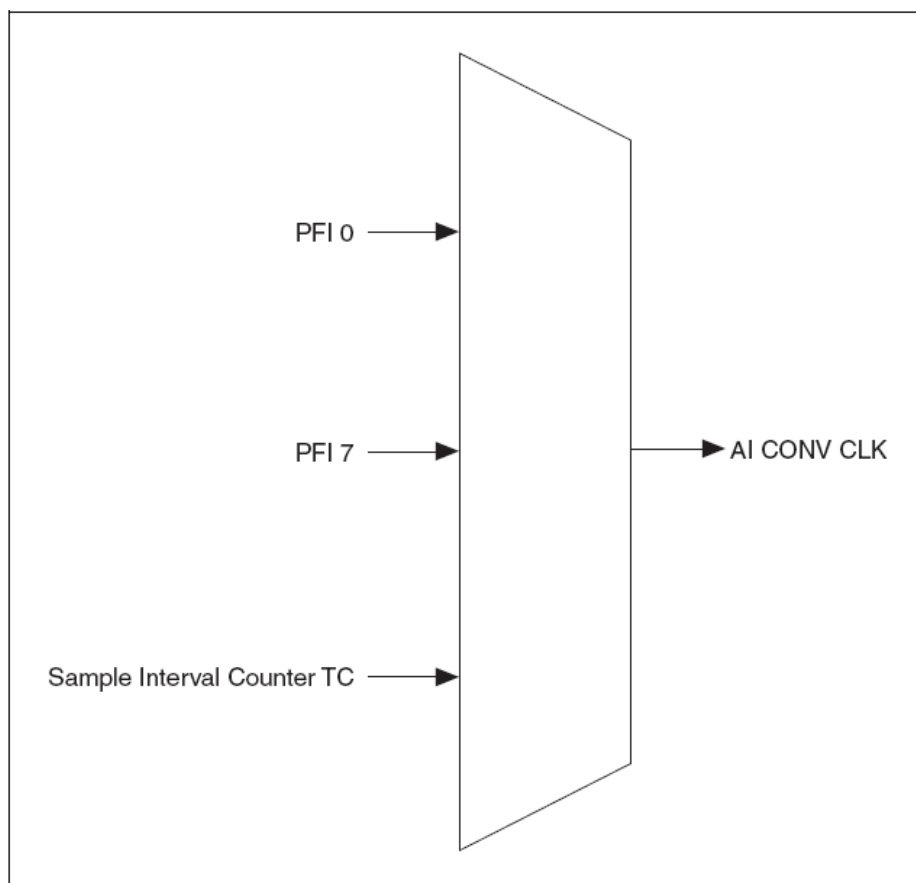
Благодаря низкому значению сопротивления источника сигнала время установления сигнала в модуле SCXI-1600 остается небольшим. Однако это время может увеличиваться при сканировании источников сигналов с большим внутренним сопротивлением, это обусловлено явлением заряда, заключающемся в том, что токами входных аналоговых мультиплексоров заряжается каждый сканируемый источник сигнала. Если сопротивление источника недостаточно мало, то в процессе заряда возникает погрешность по напряжению, которая не уменьшается во время выборки сигнала в АЦП.



## Маршрутизация сигналов синхронизации

Блок DAQ-STC обеспечивает очень гибкий интерфейс для подключения сигналов синхронизации к другим блокам или внешним устройствам. В модуле SCXI-1600 два контакта на разъеме ввода-вывода используются в качестве линий с программируемой функцией (PFI) для подключения к внешним устройствам. Через эти линии модуль SCXI-1600 выдает сигналы управления на другие устройства и схемы или принимает от этих устройств сигналы управления.

Возможно управление всеми 13-ю сигналами синхронизации внутри блока DAQ-STC, выдаваемыми на внешние устройства или получаемыми от внешних устройств. Выбор источников синхросигналов осуществляется программно. Мультиплексор коммутирует синхросигналы на вывод AI CONV CLK модуля SCXI-1600 в соответствии со схемой, изображенной на рис. 3-2.



**Рис. 3-2.** Маршрутизация сигнала AI CONV CLK

Сигнал AI CONV CLK формируется из внешних источников, подключаемых к линиям PFI <0, 7> , а также из сигнала, определяющего интервал дискретизации, этот сигнал поступает от внутреннего счетчика TC.

## Линии ввода-вывода с программируемой функцией

Две линии PFI соединяют каждый сигнал синхронизации с мультиплексором маршрутизации сигналов, одна из линий PFI может быть выбрана программно в качестве источника внешних синхроимпульсов. Можно использовать две линии PFI в качестве входа для любого сигнала синхронизации, а несколько синхросигналов могут использовать одну и ту же линию PFI одновременно. Гибкая схема маршрутизации уменьшает необходимость в физической перекоммутации разъема для разных приложений.

Возможно также назначить любой контакт PFI выходом для внутреннего сигнала синхронизации. Например, если на разъеме ввода-вывода нужен, в качестве выходного, сигнал AI SAMP CLK, программа подключит питание к выходному драйверу для контакта PFI 7/ AI SAMP CLK.

## Мультиплексирование

Модуль SCXI-1600 работает в режиме мультиплексирования, преобразуя в код сигналы, прошедшие через другие SCXI модули кондиционирования, и обмениваясь данными с компьютером через USB порт.

В режиме мультиплексирования все входные каналы коммутируются на один аналоговый входной канал устройства ввода-вывода. Режим мультиплексирования идеально подходит для создания систем с большим количеством каналов. Этот режим позволяет, сканируя, подключать большое количество входных каналов к одному каналу модуля SCXI-1600.

Мультиплексирование входных аналоговых каналов полностью производится в модулях SCXI, а не в модуле SCXI-1600 или в шасси. В режиме мультиплексирования перечень сканируемых каналов SCXI модулей хранятся в списке сканирования драйвера NI-DAQ. Непосредственно перед выполнением операции сканирования шасси SCXI программируется в соответствии со списком сканирования и затем управляет подключением выходов модулей к шине SCXI для опроса модулем SCXI-1600.

Каналы в списке могут быть указаны в произвольном порядке, и последовательность выбора каналов мультиплексором из списка также может быть произвольной. Упорядочение сканируемых каналов может быть не непрерывным. Допускается многократно указывать каналы в списке. Список сканирования может содержать произвольное количество каналов для каждого занесенного в список модуля, ограничено только общее количество каналов – для модуля SCXI-1600 их не может быть более 352. Рассмотренный выше режим мультиплексирования называют режимом гибкого сканирования (произвольного сканирования). Не все SCXI модули предоставляют возможность гибкого сканирования.

Модули аналогового ввода снабжены памятью FIFO (First-in first out – первым вошел – первым вышел) для хранения списка

сканирования, составляемого в прикладной программе. Драйверы NI-DAQ загружают FIFO, исходя из назначения каналов, выполняемого прикладной программой. Программирование модуля FIFO не требуется, т.к. это производится автоматически драйвером NI-DAQ.

## Применение модуля SCXI-1600

В настоящем разделе описывается, как разрабатывать собственные приложения, и приводятся основные сведения о калибровке.

### Разработка приложения в NI-DAQmx

Далее рассматривается конфигурирование и применение NI-DAQmx для управления модулем SCXI-1600 из LabVIEW, LabWindows/CVI и Measurement Studio. Эти средства разработки приложений являются наиболее гибкими и обеспечивают доступ к большому количеству настроек, чем MAX. В то же время, совместное использование среды разработки приложения с MAX позволят быстрее создать новое приложение, удовлетворяющее специфическим требованиям. Общая информация о конфигурировании SCXI приведена в документе *SCXI Quick Start Guide*.



**Примечание:** Если вы используете системы проектирования других компаний, а не National Instruments, работаете с системами проектирования National Instruments более ранних версий, чем 7.0, или пользуетесь нелегализованными копиями текущих версий, утилита NI License Manager будет открывать дополнительные диалоговые окна, в которых можно создавать задачи или глобальные каналы в демонстрационном режиме. Эти окна с сообщениями будут появляться до тех пор, пока Вы не установите лицензионную среду разработки версии 7.0 и выше.

### Блок-схема типового алгоритма

На рис. 4-1 приведена блок-схема типового алгоритма создания задачи для конфигурирования каналов SCXI-1600, выполнения измерений, обработки данных, представления данных, остановку измерений и удаление задачи из памяти.

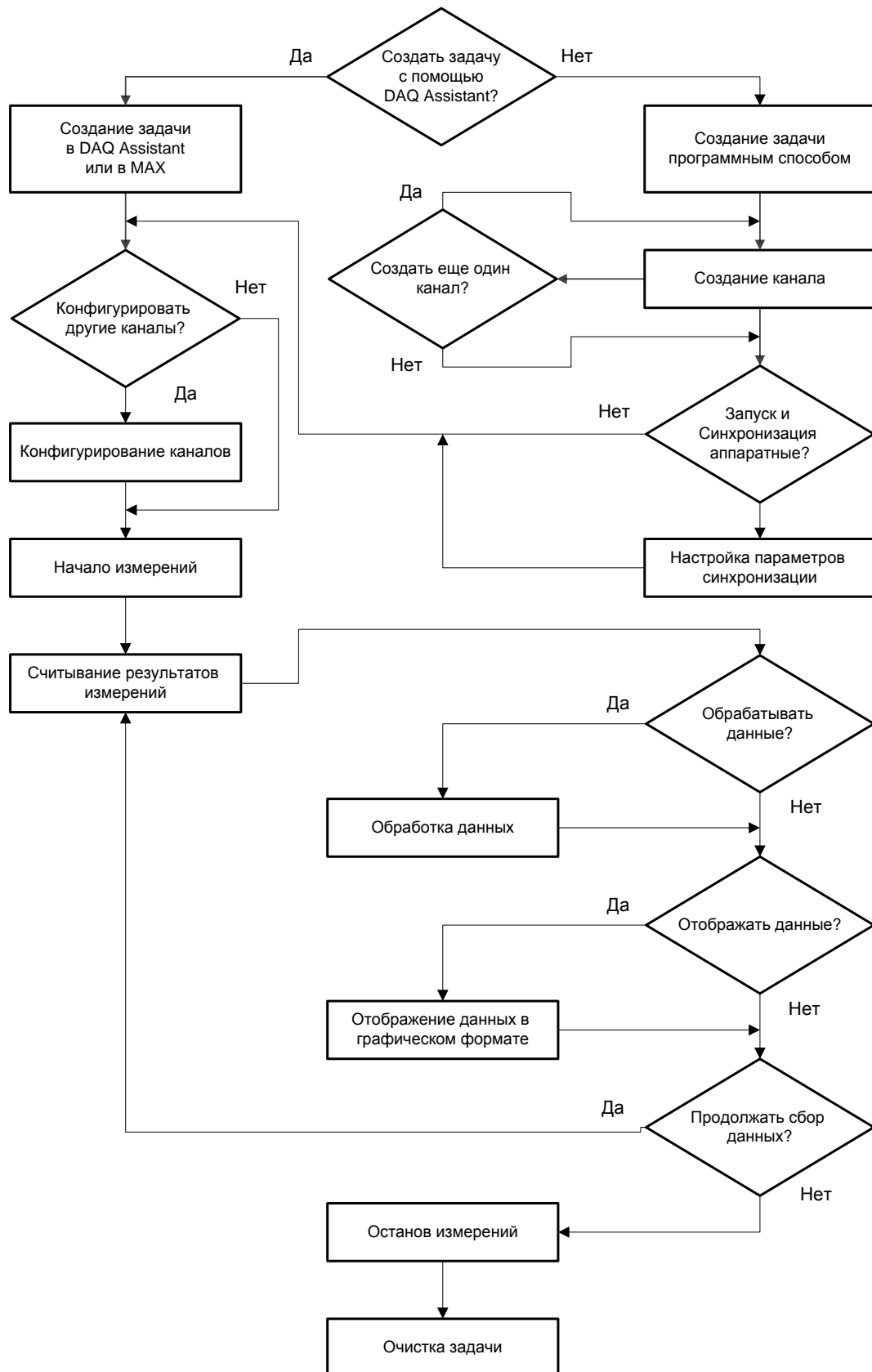


Рис. 4-1. Блок-схема типового алгоритма

## Общие пояснения к типовому алгоритму

В следующем разделе вкратце рассматриваются некоторые блоки на рис. 4-1, а также дается обзор некоторых свойств и настроек, доступных при программировании с помощью NI-DAQmx.

### Создание задачи с помощью DAQ Assistant или программным способом

Когда вы начинаете разрабатывать приложение, в первую очередь вам необходимо принять решение, какими средствами будете создавать задачу: помощником DAQ Assistant или средствами программирования, предоставляемыми средой разработки приложений.

Разработка приложения с помощью DAQ Assistant дает возможность конфигурировать большинство настроек, включая вид измерений, набор каналов, диапазон входного сигнала, параметры синхронизации и запуска. С DAQ Assistant можно работать через оболочку MAX или в среде разработки приложений. Выбор DAQ Assistant может облегчить процесс разработки приложения. Производителем (NI) рекомендуется применять DAQ Assistant для упрощения проектирования систем с датчиками, требующими сложных масштабирующих преобразований, или с каналами, относящимися к одной задаче, но обладающими разными свойствами.

Если вы пользуетесь средой разработки приложений от сторонних производителей, или хотите создать и точно настроить задачу для конкретного режима сбора данных, создать и сконфигурировать задачу можно программным способом с помощью функций или виртуальных приборов (ВП) среды проектирования. Если задача создана с помощью DAQ Assistant, то впоследствии можно программно изменять параметры конфигурирования и отдельные свойства с помощью функций или узлов свойств (property nodes). NI рекомендует создавать задачи программным способом, если нужно точно управлять программно настраиваемыми свойствами системы сбора данных (DAQ-системы).

Каждая функция API содержит набор примеров программ, которые помогут начать разработку приложений. Эти примеры можно модифицировать и сохранять в создаваемом приложении. Вы можете использовать примеры для разработки новых приложений или добавлять образцы программного кода в существующие приложения.

Чтобы найти примеры в среде проектирования LabVIEW или LabWindows/CVI, откройте навигатор примеров National Instruments:

- в LabVIEW выберите в меню **Help>>Find Examples**
- в LabWindows/CVI выберите в меню **Help>>NI Example Finder**

В системах проектирования Measurement Studio, Visual Basic, и ANSI C образцы программ находятся в следующих каталогах:

- примеры NI-DAQmx для поддерживаемых Measurement Studio языков программирования находятся в каталогах:
  - MeasurementStudio\VCNET\Examples\NIDaq
  - MeasurementStudio\DotNET\Examples\NIDaq
- примеры NI-DAQmx для ANSI C находятся в каталоге:
  - NI-DAQ\Examples\DAQmx ANSI C Dev directory.

Кроме того, дополнительные примеры можно найти на страницах сайта [ni.com/zone](http://ni.com/zone).

Программные настройки свойств задачи, созданной с помощью DAQ Assistant, обладает приоритетом, т.е. становится настройкой по умолчанию, действующей только для текущей сессии. Изменения конфигурации не сохраняются. При повторной загрузке задачи будут использоваться начальные настройки DAQ-Assistant.

## Настройка режимов синхронизации и запуска

DAQ Assistant, а также вызываемые в программе функции и узлы свойств, позволяют настраивать некоторые параметры синхронизации. Настройки синхронизации, заданные в DAQ Assistant, можно будет потом изменять программным путем.

В процессе программной настройки синхронизации вы можете выбрать один из трех режимов сбора данных: непрерывный сбор данных, накопление в буфере конечного числа отсчетов или однократное измерение. Для организации непрерывного сбора данных все программные компоненты, отвечающие за сбор данных, следует поместить в цикл `while` как при использовании оболочки MAX, так и DAQ Assistant. В режиме непрерывного сбора данных с буферизацией можно задать частоту дискретизации и количество считываемых отсчетов как с помощью DAQ Assistant, так и путем вызова функций из приложения. По умолчанию, автоматически выбирается внутренний генератор синхроимпульсов с параметрами, определяемыми требуемой частотой дискретизации. Вы можете также задать дополнительные свойства – назначить внешний генератор синхроимпульсов, определить маршрут для внутреннего источника синхроимпульса, а также выбрать активный фронт синхроимпульсов.

## Настройка свойств канала

Каждая среда разработки приложений, в которой можно конфигурировать модуль SCXI-1600, обеспечивает доступ к основному набору свойств драйвера NI-DAQmx. Полный список свойств NI-DAQmx содержится в справочной системе среды проектирования. В среде LabVIEW откройте раздел **Help»VI, Function & How-To Help** и выполните поиск свойств каналов DAQmx, доступных для используемого модуля. Чтобы научиться использовать свойства каналов, обратитесь к разделу *Использование узла свойств канала DAQmx*.



**Примечание:** Некоторые свойства нельзя настраивать во время исполнения задачи. В этом случае следует остановить задачу, изменить значения свойств и затем перезапустить приложение.

## Сбор, обработка и отображение данных

После настройки задачи и каналов вы можете начинать сбор, обработку и отображение результатов измерений в соответствии с требованиями приложения. К типичным методам обработки данных относятся цифровая фильтрация, усреднение, анализ спектра, масштабирование, коррекция результатов измерений.

Компания NI снабжает каждую свою среду разработки приложений мощными библиотеками для современного анализа данных, которые не требуют привлечения дополнительных средств программирования. После сбора и обработки удобно отобразить данные на графике или сохранить их в файл. Средства разработки приложений от National Instruments имеют простые в применении средства графической визуализации данных, такие, как графики, диаграммы, регуляторы, стрелочные индикаторы и т.д. Также имеются простые средства сохранения данных в файлах таких форматах, как электронные таблицы – для простоты просмотра, ASCII – для универсальности, двоичном – для минимизации размера файлов.

## Завершение приложения

После завершения измерений, обработки и отображения данных обязательно следует остановить и удалить задачу из памяти, чтобы освободить ресурсы DAQ аппаратуры для использования в других задачах.

## Разработка приложения в LabVIEW

В этом разделе более подробно описываются такие блоки типового алгоритма, приведенного на рис. 4-1, как создание задачи в LabVIEW. Если вам потребуется более подробная информация или дополнительные инструкции, запустите из меню LabVIEW команду **Help»VI, Function, & How-To Help**.



**Примечание:** Виртуальные приборы (VI), информация о которых приведена в табл. 4-1, расположены в субпалитре **Functions»All Functions»NI Measurements»DAQ-mx – Data Acquisition** и других субпалитрах, имеющих отношение к сбору данных (если не оговорено иное их местонахождение).



Таблица 4-1. Программирование задачи в LabVIEW

Блок алгоритма	VI или функция программы
Создание задачи с помощью DAQ Assistant	Создается задача экспресс-функцией <b>DAQ Assistant</b> , расположенной в субпалитре <b>Functions&gt;&gt;Input</b>
Создание задачи программным путем (дополнительно)	Используется функция DAQmx Create Task.vi (не обязательно, если задача создана и сконфигурирована с помощью DAQ Assistant). Однако, при работе в LabVIEW в этом случае любые изменения параметров задачи не сохраняются для задачи, созданной в оболочке MAX.
Настройка параметров синхронизации (дополнительно)	DAQmx Timing.vi (режим Sample Clock – частота дискретизации по умолчанию) – не является обязательным при создании и настройке задачи с помощью DAQ Assistant. Любые изменения параметров синхронизации не сохраняются в DAQ Assistant. Они действительны только для текущей сессии.
Настройка каналов (дополнительно)	NI-DAQmx Channel Property Node – более подробная информация об этом узле свойств приведена в параграфе <i>Использование узла свойств NI-DAQmx Channel Property Node в LabVIEW</i> . Этот узел не является обязательным, если каналы созданы и полностью сконфигурированы в DAQ Assistant. Любые изменения свойств канала с помощью узла свойств канала не сохраняются для задачи, созданной в DAQ Assistant. Они действительны только для текущей сессии.
Начало измерений	DAQmx Start Task.vi
Считывание результата	DAQmx Read.vi
Обработка данных	Некоторые примеры обработки данных включают в себя фильтрацию, масштабирование, анализ спектра, детектирование уровня. Некоторые средства обработки данных находятся в субпалитрах <b>Functions» Signal Analysis</b> и <b>Functions»All Functions» Analyze</b> .
Отображение данных	Отображать данные можно на диаграммах, графиках, шкальных индикаторах и т.д. Индикаторы расположены в субпалитрах <b>Controls» Numeric Indicator</b> и <b>Controls»All Controls»Graph</b> .
Непрерывный сбор данных	Непрерывный сбор данных осуществляется в цикле While Loop. В случае аппаратной синхронизации следует установить DAQmx Timing.vi в режим Continuous Samples. Для этого щелчком правой кнопки мыши по терминалу VI <b>sample mode</b> необходимо открыть контекстное меню и выбрать команду <b>Create»Constant</b> , а в меню константы выбрать значение <b>Continuous Samples</b> .

**Таблица 4-1.** Программирование задачи в LabVIEW (продолжение)

Блок алгоритма	VI или функция программы
Останов измерений	DAQmx Stop Task.vi (не является обязательным, так как при очистке задачи останов производится автоматически)
Очистка задачи	DAQmx Clear Task.vi

### Работа с узлами свойств канала NI-DAQmx в LabVIEW

Конфигурировать каналы в LabVIEW можно вручную, используя узлы свойств. Чтобы создать узел свойств, выполните следующие действия:

1. Запустите LabVIEW.
2. Создайте узел свойств в новом или ранее созданном VI.
3. Откройте блок-диаграмму.
4. Откройте палитру **Functions»All Functions»NI Measurements»DAQmx – Data Acquisition** и выберите узел свойств **DAQmx Channel Property Node**.
5. Щелкните левой кнопки мыши по блоку Property и выберите пункт **ActiveChans**, чтобы определить каналы, которые будут конфигурироваться. Если нужно сконфигурировать несколько каналов с разными свойствами, каждый список свойств прикрепляется к отдельному блоку (свойству) **ActiveChans**.



**Примечание:** Если вы не используете свойство Active Channels, свойства устанавливаются для всех каналов, которые задействованы в задаче.

6. Щелкните правой кнопкой мыши по терминалу **ActiveChans** узла свойств и выберите команду **Add Element**. Щелкните левой кнопкой мыши на новый терминал **ActiveChans** и выберите в меню свойство, которые хотите определить.
7. Настройте свойство на чтение (read) или на запись (write). Для этого нажмите на терминал свойства правой кнопкой мыши, в контекстном меню перейдите к команде **Change To** и выберите один из трех вариантов: **Write**, **Read** или **Default Value**.
8. После добавления свойства в узел свойств щелкните правой кнопкой мыши по терминалу свойства, чтобы изменить его атрибуты, подключить к нему орган управления, константу или индикатор.
9. Чтобы добавить другое свойство в узел свойств, нажмите правой кнопкой мыши на имеющееся свойство и щелчком левой кнопки мыши выберите команду **Add Element**. Чтобы заменить вновь созданное свойство, щелкните по его терминалу левой кнопкой мыши и выберите то свойство, с которым вы хотите работать.



**Примечание:** Информация об узлах свойств и отдельных свойствах NI-DAQmx содержится в справочной системе *LabVIEW Help*.

## Задание строк каналов в DAQmx

Строки каналов нельзя использовать для назначения каналов модуля SCXI-1600. Как работать со строками каналов других модулей, рассмотрено в документации по применению аппаратных средств и программного обеспечения, используемых в системе.

## Средства разработки приложений на основе текстовых языков программирования

Разрабатывать программы для управления модулем SCXI-1600 можно с помощью средств разработки приложений на основе текстовых языков программирования, таких как LabWindows/CVI, Measurement Studio, Visual Basic 6, .NET, C#.

### LabWindows/CVI

LabWindows/CVI взаимодействует с функцией **DAQ Assistant**, встроенной в утилиту MAX для генерации программного кода задачи. Затем программу можно модифицировать, добавив вызовы необходимых функций. Чтобы создать конфигурируемый канал или задачу в LabWindows/CVI, выполните следующие действия:

1. Запустите LabWindows/CVI.
2. Создайте новый или откройте уже созданный проект.
3. В меню выберите команду Tools»Create/Edit DAQmx Tasks.
4. Чтобы загрузить DAQ Assistant, выберите команду Create New Task in MAX или Create New Task In Project.
5. DAQ Assistant создает программный код на основе параметров, заданных в MAX и настроек DAQ-устройства по умолчанию. Изменить свойство канала можно программным способом, вызвав функцию DAQmxSetChanAttribute.



**Примечание:** Более подробную информацию о создании задач NI-DAQmx в LabWindows/CVI, а также свойствах NI-DAQmx, можно найти в справочной системе *NI LabWindows/CVI Help*.

### Measurement Studio (Visual Basic 6, .NET, C#)

Возможности создания задачи при работе с модулем SCXI-1600 в Visual Basic 6, .NET, C# не предусмотрены. Как создавать задачи в .NET, C# для других модулей, рассмотрено в документации по применению аппаратных средств и программного обеспечения, используемых в системе.

## Программируемые свойства NI-DAQmx

Все средства разработки приложений, с помощью которых можно конфигурировать SCXI-1600, имеют доступ к основным свойствам NI-DAQmx. Полный список свойств NI-DAQmx можно найти в справочной системе среды разработки.

## Другая документация и материалы по приложениям

---

Для получения подробной информации о программировании SCXI модулей в режиме мультиплексирования, обратитесь к руководствам пользователя среды разработки и примерам использования DAQ-устройств для измерений аналоговых сигналов.

## Калибровка систем с SCXI-1600

---

Модуль SCXI-1600 поставляется с сертификатом о калибровке, выполненной на заводе-изготовителе в соответствии со спецификациями, приведенными в приложении А, *Технические характеристики*. Калибровочные константы, которые хранятся в специальном ЭСПЗУ (EEPROM), позволяют программным путем корректировать как аддитивную (offset), так и мультипликативную погрешности (gain) измерений.

Для обеспечения должного уровня точности модуль SCXI-1600 необходимо периодически калибровать.

В EEPROM, в дополнение к неизменяемой области данных заводской калибровки, имеется зона калибровочных данных, записываемых пользователем. Эта зона позволяет загружать цифроаналоговые преобразователи калибровки (CalDAQ) значениями из области заводской калибровки или данными, полученными при последующей калибровке.

## Процедура внутренней калибровки

В модуле SCXI-1600 имеются маршрутизаторы калибровки, с помощью которых входы которых могут подключаться к общей цепи или к встроенным источникам образцового напряжения. При выполнении внутренней калибровки программное обеспечение NI отключает входы каналов от разъема на лицевой панели и подключает их к к общей цепи и к встроенным источникам образцового напряжения. Таким образом, для внутренней калибровки нет необходимости изменять подключения входов.

Процедура внутренней калибровки, которая выполняется менее, чем за минуты, является предпочтительным методом обеспечения требуемой точности в создаваемых приложениях. Иницилируйте внутреннюю калибровку для минимизации погрешностей, обусловленных дрейфом смещения нуля и масштаба, которые особенно влияют на точность измерений при изменении температуры. Внутреннюю калибровку следует проводить с интервалом в 24 часа, при этом обеспечивается погрешность,

соответствующая значению, указанному в Приложении А, *Технические характеристики*, для 24-часового интервала времени.

Непосредственно после внутренней калибровки остается только остаточная погрешность калибровки масштаба, обусловленная изменением во времени или от температуры образцового напряжения встроенного источника. Эта остаточная погрешность может быть снижена внешней калибровкой, суть которой рассматривается в разделе *Внешняя калибровка*. Если вас интересуют прежде всего относительные значения результатов измерений, то вы можете игнорировать сравнительно малую погрешность масштаба, и внутренней калибровки будет достаточно.

## Выполнение внутренней калибровки с помощью MAX

Для внутренней калибровки выполните следующие действия:

1. Откройте MAX.
2. Раскройте раздел **Devices and Interfaces**.
3. Раскройте подраздел **NI-DAQmx Devices**.
4. Щелкните правой кнопкой мыши по строке **SCXI-1600**.
5. Выберите пункт **Self-Calibrate**.

Программа проинформирует вас, когда завершится процедура внутренней калибровки и была ли процедура успешной.

## Выполнение внутренней калибровки с помощью LabVIEW

Для внутренней калибровки модуля SCXI-1600 выполните следующие действия:

1. Откройте редактор блок-диаграмм LabVIEW.
2. Выберите функцию **Functions»All Functions»NI Measurements»DAQmx-Data Acquisition»DAQmx Advanced»DAQmx Calibration»DAQmx Self Calibrate.vi**.
3. Щелкните дважды по пиктограмме функции, чтобы открыть лицевую панель **DAQmx Self Calibrate.vi**.
4. В выпадающем окне **device in** выберите устройство, соответствующее SCXI-1600 и запустите VI на исполнение.



**Примечание:** калибровка модуля SCXI-1600 длится несколько секунд.

После завершения выполнения VI в модуле SCXI-1600 запоминаются новые калибровочные константы для всех пределов измерения, и модуль готов к работе.

## Внешняя калибровка

Все доступные документы по внешней калибровке можно скачать с сайта [ni.com/calibration](http://ni.com/calibration) по ссылке **Manual Calibration Procedures**. NI рекомендует выполнять калибровку от внешнего источника один раз в год.

## Сквозная калибровка системы

---

После калибровки модуля SCXI-1600, выполняют сквозную калибровку системы, включая модуль SCXI-1600 с модулями аналогового ввода SCXI, чтобы улучшить метрологические характеристики системы в целом. При этом используют процедуры калибровки модулей аналогового ввода SCXI.

## Приложение А. Технические характеристики

В этом приложении приведены типовые характеристики модуля SCXI-1600 при температуре окружающей среды 25 °С, если не оговорены иные условия.

### Аналоговый ввод

#### Характеристики входных цепей

Тип АЦП.....	последовательного приближения
Разрешающая способность.....	16 бит, 1 из 65536
Частота преобразования, выборки в секунду.....	200 000

Коэффициент усиления	Диапазон
0,5	$\pm 10$ В
1	$\pm 5$ В
10	$\pm 500$ мВ
100	$\pm 50$ мВ

Тип связи по входу.....	постоянный ток
Емкость буфера FIFO, отсчетов.....	4096
Канал передачи данных.....	USB
Емкость конфигурационной памяти, слов .....	512
Защита от перегрузки по напряжению входов внешней калибровки	
При включенном питании	$\pm 25$ В
При выключенном питании	$\pm 15$ В

## Информация о погрешностях

Номинальный диапазон (полная шкала), В	Абсолютная погрешность							Погрешность относительно разрешающей способности, мкВ	
	Относительная погрешность, %		Смещение, мкВ	Собственный шум + квант, мкВ		Температурный дрейф, %/°C	Абсолютная погрешность на всю шкалу, мВ	В точке	Среднее значение
	24 часа	1 год		В точке	Среднее значение				
± 10	0,0546	0,0588	±1601	±1029	±92	0,0010	7,57	1205	121
± 5	0,0146	0,0188	±811	±515	±46	0,0005	1,80	603	60,3
± 0,5	0,0546	0,0588	±100	±66	±6	0,0010	0,40	78,4	7,9
± 0,05	0,0546	0,0588	±29	±31	±3,0	0,0010	0,061	39,8	4,0
<b>Примечание:</b> приведенные значения погрешностей действительны при условии внутренней калибровки. Усредненные значения получены в результате сглаживания и усреднения по 100 отсчетам в одном канале. Погрешности измерений приведены для рабочих температур с отклонениями ±1°C от температуры, при которой проводилась внутренняя калибровка и с отклонениями ±10°C от температуры, при которой проводилась калибровка на заводе.									

## Передаточные характеристики

Интегральная нелинейность.....	±1ЕМР <sup>1</sup> тип., ± 2,0ЕМР макс.
Дифференциальная нелинейность...	±0,5ЕМР тип., ± 3,0ЕМР макс.
Преобразование без потери кода.....	16 бит
Погрешность смещения	
До усиления после калибровки.....	±1мкВ макс.
До усиления до калибровки.....	±28,8 мкВ
После усиления после калибровки.....	157 мкВ
После усиления до калибровки.....	40 мВ
Мультипликативная погрешность (относительно источника сигнала калибровки)	
После калибровки ( $K_y = 1$ )	±74 ppm <sup>2</sup> (от предела)
До калибровки.....	±18900 ppm (от предела)

<sup>1</sup> – ЕМР – единица младшего разряда<sup>2</sup> – ppm = 10<sup>-6</sup>



$K_y \neq 1$  при скорректированной погрешности масштаба до 0 для  
 $K_y = 1$  .....  $\pm 200$  ppm (от предела)

### Характеристики усилителя

Входное сопротивление (при нормальных условиях)<sup>1</sup> ..... 100 ГОм, параллельно 100 пФ

Сопротивление входа внешней калибровки (разъем BNC)

Питание включено ..... 100 ГОм, параллельно 100 пФ

Питание отключено<sup>2</sup> ..... 820 Ом

Перегрузка ..... 820 Ом

Входной ток смещения<sup>3</sup> .....  $\pm 200$  пА

Коэффициент ослабления синфазного сигнала, от постоянного тока до 60 Гц

Коэффициент усиления	Биполярное напряжение
0,5; 1	85 дБ
10; 100	96 дБ

### Динамические характеристики

Полоса пропускания

Сигнал	Полоса
Низкого уровня (-3 дБ)	413 кГц
Высокого уровня (1% суммарный коэффициент гармоник)	490 кГц

Время установления сигнала размахом во весь диапазон

При  $K_y = 100$  .....  $\pm 4$  EMP, тип. 5 мкс

При  $K_y = 10; 1; 0,5$  .....  $\pm 2$  EMP, тип. 5 мкс

<sup>1</sup> значение сопротивления получено из справочных данных на операционный усилитель AD829, и это значение много меньше сопротивления мультиплексора или других усилителей.

<sup>2</sup> это сопротивление резистора защиты, установленного перед аналоговым входом мультиплексора.

<sup>3</sup> значение тока смещения получено из справочных данных на операционный усилитель AD829. Это значение много больше токов других усилителей. Т.к. усилитель AD829 используется в недифференциальной схеме включения, то значения разности токов смещения не приводится

Уровень шума (EMP, действующее значение (RMS), включая шум квантования)

Коэффициент усиления	EMP (RMS)
0,5; 1,0	1,0
10	1,3
100	6,6

### Нестабильность

Время прогрева.....	15 мин (рекомендуемое)
Температурный дрейф нуля	
До усиления .....	$\pm 20$ мкВ/°C
После усиления .....	$\pm 175$ мкВ/°C
Температурный дрейф $K_y$ .....	$\pm 20$ ppm/°C

### Характеристики запуска

Запуск по аналоговым входам (AI triggers)

Входы.....	AI START TRIG AI REF TRIG AI SAMP CLK AI CONV CLK AI GATE SI SOURCE
Выходы.....	AI Start Trigger, AI Sample Clock
Внешние источники.....	PFI<0,7>
Совместимость по уровням.....	5 В ТТЛ
Реакция на перепады .....	Фронт или спад
Длительность импульса, в режиме запуска по перепаду.....	10 нс мин.

Тип	Уровень	Мин.	Макс.
Вход	Низкий уровень напряжения	0,0 В	0,8 В
	Высокий уровень напряжения	2,0 В	5,0 В
Выход	Низкий уровень напряжения (при токе $I_{out} = 5$ мА)	-	0,4 В
	Высокий уровень напряжения (при токе $I_{out} = 3,5$ мА)	4,35 В	-

## Калибровка

Время прогрева.....	15 мин (рекомендуемое)
Интервал	1 год
Внешнее напряжение калибровки..	Более 6В, менее 10 В
Внутреннее напряжение калибровки	
Уровень (в рабочем диапазоне температур, реальное значение хранится в EEPROM.....	5,000 В ( $\pm 3,5$ мВ)
Температурный коэффициент.....	$\pm 5$ ppm/ $^{\circ}$ С
Долговременная нестабильность.....	$\pm 15$ ppm/1000 часов

## Характеристики питания

Напряжение питания +22 В .....	Потребляемый ток 115 мА (макс.)
Напряжение питания $\pm 22$ В .....	Потребляемый ток 135 мА (макс.)

## Габаритные размеры

Размеры (глубина X высота X ширина).....	18,3см X 17,3 см X 3,1 см
Разъемы ввода-вывода.....	3 разъема BNC типа, 1 внешний разъем USB типа

## Предельное рабочее напряжение

Максимальное рабочее напряжение, которое складывается из напряжения входного сигнала и напряжения синфазной помехи.

Канал-заземление.....	11 В, оборудование категории I
Канал-канал.....	11 В, оборудование категории I

## Условия эксплуатации

Рабочий диапазон температур.....	от 0 до 50 $^{\circ}$ С
Диапазон температур хранения.....	от -20 до 70 $^{\circ}$ С
Относительная влажность.....	от 10 до 90% (при отсутствии конденсата)
Максимальная высота над уровнем моря.....	2000 м
Степень загрязнения окружающей среды (эксплуатация только в помещении) .....	2

## Требования безопасности

Модуль SCXI-1600 соответствует требованиям нижеследующих стандартов по безопасности электрического оборудования для измерений, управления и лабораторного применения:

- IEC 61010-1, EN-61010-1
- UL 61010-1
- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1



**Примечание:** Информацию о сертификатах UL и других организаций можно найти на товарной этикетке, или на сайте [ni.com/certification](http://ni.com/certification) по серии и номеру модели, перейдя по соответствующей ссылке в столбце Certification.

## Электромагнитная совместимость

Допустимый уровень излучений ...	EN 55011, Класс А на расстоянии 10 м FCC часть 15А, выше 1 ГГц
Помехозащищенность .....	EN 61326: 1997 + A2: 2001, таблица 1
Электромагнитная совместимость/защищенность.....	Совместимость по CE, C-Tick и FCC часть 15 (Класс А)



**Примечание:** Для обеспечения электромагнитной совместимости работайте, используя экранированные кабели.

## Соответствие требованиям Совета Европы

Модуль SCXI-1600 соответствует основным требованиям следующих директив CE с учетом поправок, касающихся маркировки:

Директива по безопасности низковольтного оборудования.....	77/23/ЕЕС
Директива по ЭМС	89/336/ЕЕС



**Примечание:** Любую дополнительную информацию о совместимости изделия можно узнать из Декларации о соответствии, которую можно найти на сайте [ni.com/certification](http://ni.com/certification) по серии и номеру модели, перейдя по соответствующей ссылке в столбце Certification.

## Приложение В. Информация о сигналах синхронизации

В этом приложении приведена информация о сигналах синхронизации, рассмотренных в разделе 3, *Принцип действия*.

### Подключение сигналов синхронизации



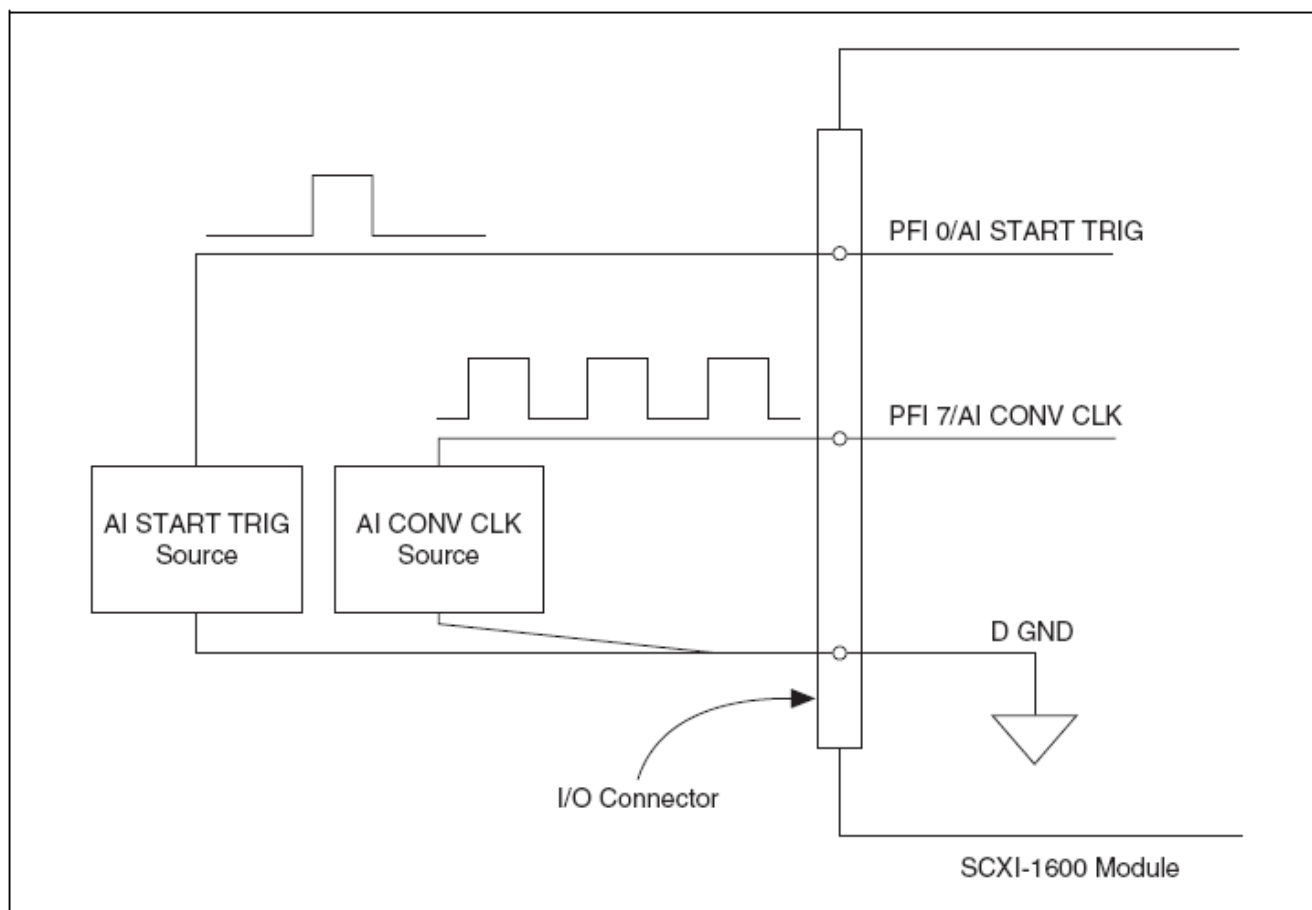
**Внимание!** Превышение максимально допустимых значений входных напряжений, приведенных в Таблице 2-2, *Характеристики входных и выходных сигналов*, может привести к отказу модуля SCXI-1600 и компьютера. NI не несет ответственности за любые повреждения, вызванные несоблюдением ограничений на входные сигналы.

Цепи подключения сигналов синхронизации сгруппированы в следующие категории:

- Подключения сигналов PFI
- Подключения сигналов синхронизации ввода-вывода
- Подключения сигналов синхронизации общего назначения

PFI – это двунаправленные линии. При использовании в качестве выходов, линии PFI нельзя программировать, они просто передают состояние многих сигналов синхронизации общего назначения и ввода-вывода. Как входные, эти линии программируются и могут управлять какими-либо сигналами синхронизации общего назначения и ввода-вывода. Все внешнее управление синхронизацией модулем SCXI-1600 маршрутизируется через две линии PFI – PFI 0 и PFI 7.

Подключения цифровых синхросигналов выполняются относительно общей цепи цифровой схемы. Эта цепь показана на рис. В-1, где изображен пример подключения внешних источников сигналов AI START TRIG и AI CONV CLK к контактам PFI модуля SCXI-1600.



**Рис. В-1.** Подключение сигналов синхронизации ввода-вывода

## Подключения входов с программируемыми функциями

Имеется всего 13 внутренних сигналов синхронизации, которыми можно управлять сигналами, поступающими извне через линии PFI. При необходимости внешнего управления для каждого источника сигналов синхронизации программным способом может быть выбрана любая из линий PFI. Такая гибкая маршрутизация упрощает коммутацию физических связей к разъему ввода-вывода, необходимых для различных приложений с разными требованиями к соединениям.

Выводы PFI можно индивидуально назначать для вывода определенного сигнала синхронизации. Например, если нужно вывести сигнал AI CONV CLK на разъем ввода-вывода, к выходному каскаду контакта PFI 7/ AI CONV CLK программно подключается питание. При этом нет необходимости извне управлять сигналом PFI, если соответствующая линия конфигурируется, как выход.

Сконфигурировав какую-либо линию PFI в качестве входной, ее можно настроить на детектирование уровня или перепада, выбрать полярность. При этом полярность может быть выбрана для любого сигнала синхронизации, однако возможность детектирования перепада или уровня определяется спецификой управляемого сигнала синхронизации. Особенности детектирования каждого

сигнала синхронизации рассматриваются отдельно в разделе, посвященном этим сигналам.

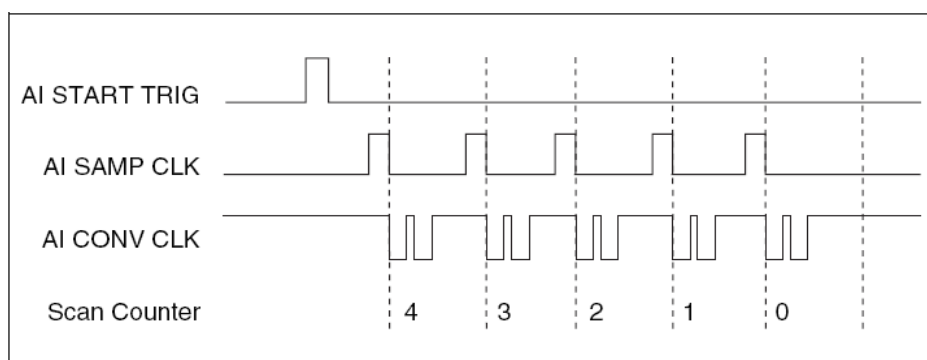
В режиме детектирования перепадов минимальная длительность импульсов составляет 10 нс, независимо от того, детектируется положительный или отрицательный перепад. Ограничений на максимальную длительность импульса при этом не накладывается.

## Подключения входов синхронизации сбора данных

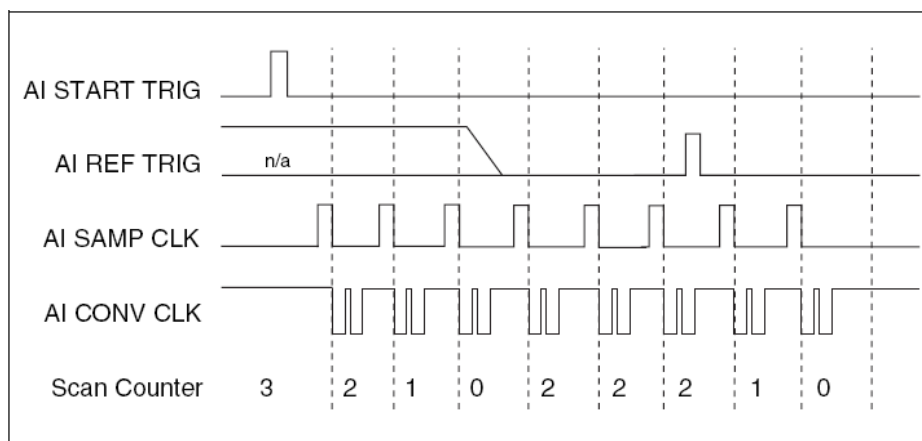
Сигналами синхронизации сбора данных являются:

- AI START TRIG
- AI REF TRIG
- AI SAMP CLK
- AI CONV CLK
- AI GATE
- SI SOURCE

В режиме «положительного» запуска (Posttrigger) регистрируются только те данные, которые поступили после обнаружения события запуска. На рис. В-2 показана типичная последовательность сбора данных в режиме «положительного» запуска. В этом режиме регистрируются только те данные, которые поступили после обнаружения события запуска. В режиме «отрицательного» запуска (Pretrigger) в дополнение к данным, поступившим после обнаружения события запуска, фиксируются также данные, предшествующие этому событию. На рис. В-3 показана типичная последовательность сбора данных в режиме «отрицательного» запуска.



**Рис. В-2.** Сбор данных в режиме «положительного» запуска



**Рис. В-3.** Сбор данных в режиме «положительного» запуска

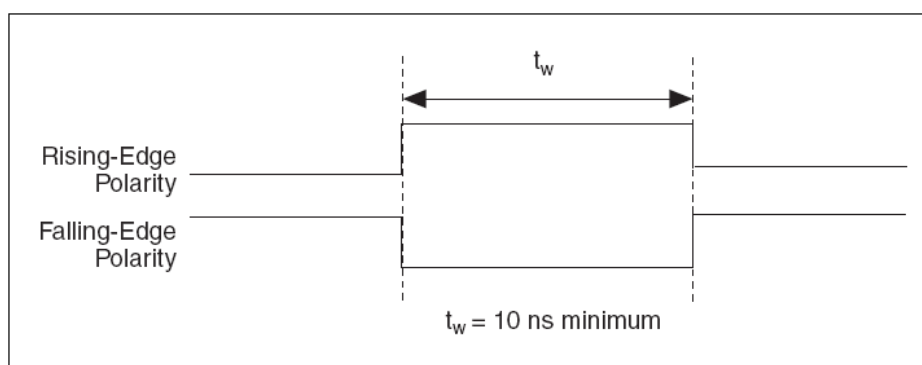
## Сигнал AI START TRIG

Любой контакт PFI может служить входом для внешнего сигнала AI START TRIG.

На рис. В-4 показано место сигнала AI START TRIG в последовательности сбора данных.

Как вход, сигнал AI START TRIG конфигурируется на работу в режиме детектирования перепада. Возможен выбор любого контакта PFI в качестве источника сигнала AI START TRIG, при этом может быть выбран режим детектирования положительного или отрицательного перепада. Выбранная полярность (тип перепада) сигнала AI START TRIG может определять запуск сбора данных как в режиме «положительного», так и в режиме «отрицательного» запуска.

Рис. В-4 иллюстрирует требования к сигналу AI START TRIG.



**Рис. В-4.** Временные параметры сигнала AI START TRIG

Устройство позволяет использовать сигнал AI START TRIG и для инициации операции сбора данных в режиме «отрицательного» запуска. Во многих приложениях такого типа сигнал AI START TRIG генерируется программно. Полная информация об использовании сигналов AI START TRIG и AI REF TRIG в режиме сбора данных с «отрицательным» запуском содержится в описании сигнала AI START TRIG.



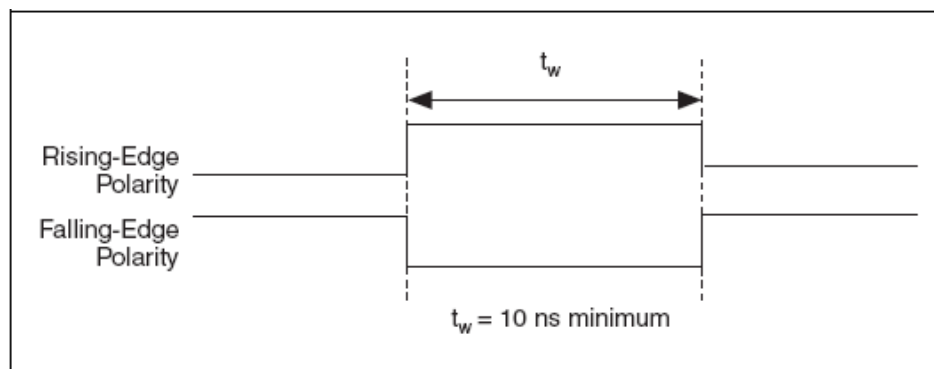
## Сигнал AI REF TRIG

Любой контакт PFI может служить входом для внешнего сигнала AI REF TRIG.

На рис. В-5 показано место сигнала AI REF TRIG в последовательности сбора данных.

Как вход, сигнал AI REF TRIG конфигурируется на работу в режиме детектирования перепада. Возможен выбор любого контакта PFI в качестве источника сигнала AI REF TRIG, при этом может быть выбран режим детектирования положительного или отрицательного перепада. Выбранная полярность (тип перепада) сигнала AI REF TRIG может определять запуск сбора данных как в режиме «положительного», так и в режиме «отрицательного» запуска. В режиме «отрицательного» запуска сигнал AI START TRIG инициирует сбор данных. В счетчике сканирования задано минимальное число циклов опроса (сканирования) предшествующих обнаружению сигнала AI REF TRIG. После того, как счетчик сканирования обнулится, в него загружается числом циклов опроса для продолжения сбора данных после обнаружения сигнала AI REF TRIG. Сигнал AI REF TRIG игнорируется, если он появится прежде, чем обнулится счетчик сканирования. Сбор данных завершается, как только будет реализовано заданное число циклов опроса после отработки выбранного перепада сигнала AI REF TRIG.

Рис. В-5 иллюстрирует требования к временным параметрам сигнала AI REF TRIG.



**Рис. В-5.** Временные параметры сигнала AI REF TRIG

## Сигнал AI SAMP CLK

Любой контакт PFI может служить входом для внешнего сигнала AI SAMP CLK, который выводится на контакт PFI 7/AI SAMP CLK.

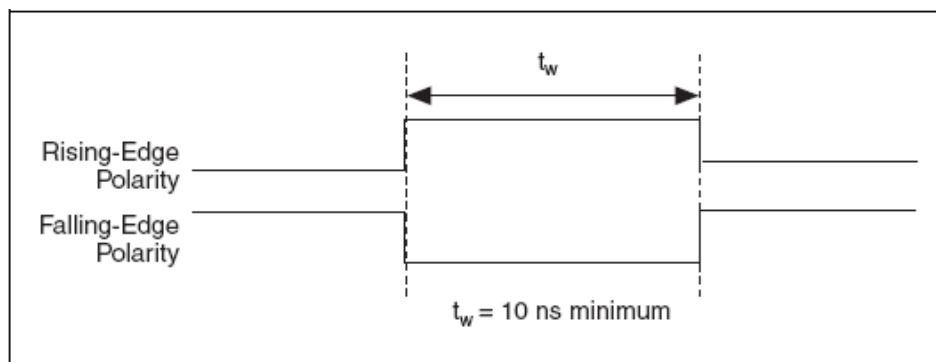
На рис. В-6 и В-7 показано место сигнала AI SAMP CLK в последовательности сбора данных.

Как вход, сигнал AI SAMP CLK конфигурируется на работу в режиме детектирования перепада. Возможен выбор любого контакта PFI в качестве источника сигнала AI SAMP CLK, при этом может быть выбран режим детектирования положительного или отрицательного перепада. Выбранный перепад сигнала AI SAMP

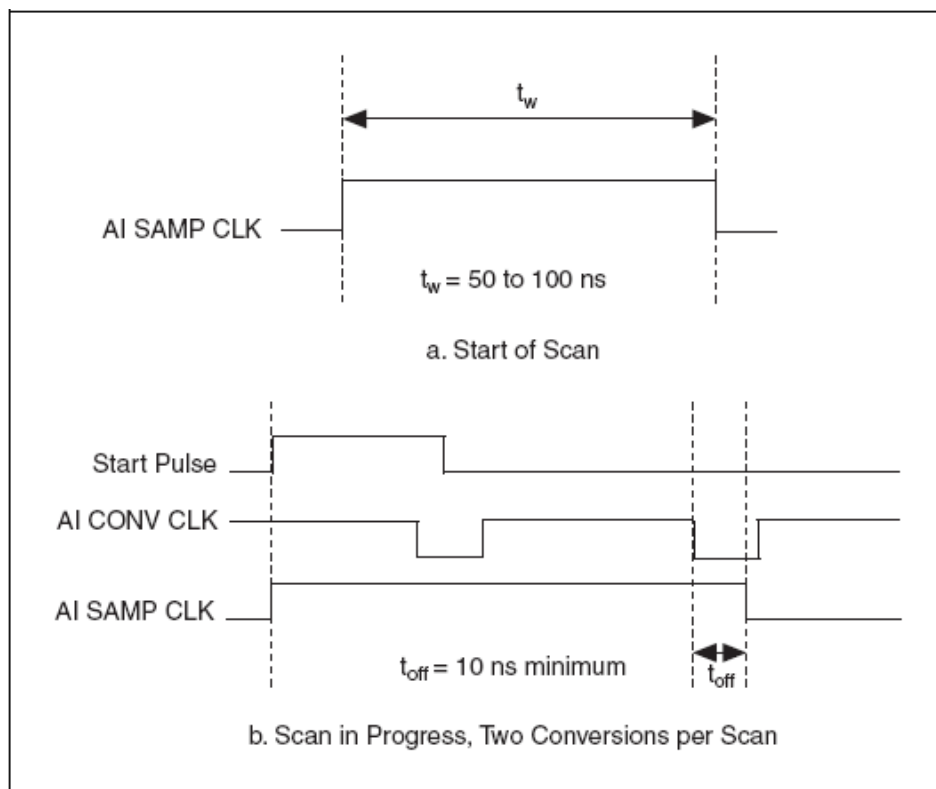
CLK инициирует сбор данных. Счетчик интервала отсчета стартует, если выбран режим внутреннего запуска AI CONV CLK.

Если AI SAMP CLK – выходной сигнал, то он является реальным импульсом старта, которым инициируется опрос каналов. Это справедливо, если задан режим внешнего запуска по сигналу на другом входе PFI. Возможны два варианта формирования выходного сигнала. В первом – активный высокий уровень импульса длительностью от 50 до 100 нс сигнализирует о начале сканирования. Во втором варианте активным высоким уровнем импульса сигнализируется о начале последнего преобразования в цикле сканирования. Импульс AI SAMP CLK снимается после начала последнего преобразования в цикле сканирования. При включении модуля рассматриваемый выход устанавливается в высокоимпедансное состояние.

Рисунки В-6 и В-7 иллюстрируют требования к временным параметрам входного и выходного сигнала AI SAMP CLK.



**Рис. В-6.** Временные параметры входного сигнала AI SAMP CLK



**Рис. В-7.** Временные параметры входного сигнала AI SAMP CLK

Импульсы AI CONV CLK маскируются, пока устройство генерирует сигналы AI SAMP CLK. При работе в режиме генерации внутренних сигналов преобразования, первый импульс AI CONV CLK появляется, когда обнуляется встроенный счетчик интервалов отсчета. Если выбран режим работы с внешним импульсом AI CONV CLK, первый импульс выдается после того, как импульс AI SAMP CLK запустит преобразование. Импульсы AI SAMP CLK отделяются по меньшей мере одним периодом сканирования.

Счетчик модуля SCXI-1600 формирует внутренние импульсы AI SAMP CLK, даже если выбран внешний источник импульсов. Этот счетчик запускается сигналом AI START TRIG и останавливается программным способом или счетчиком отсчетов.

Сканирование каналов, инициируемое внутренним или внешним сигналом AI SAMP CLK, запрещено, пока эти импульсы не появятся в процессе сбора данных. Сканирование производится, когда формируется аппаратный сигнал AI GATE или сигнал с программно управляемого регистра команд.

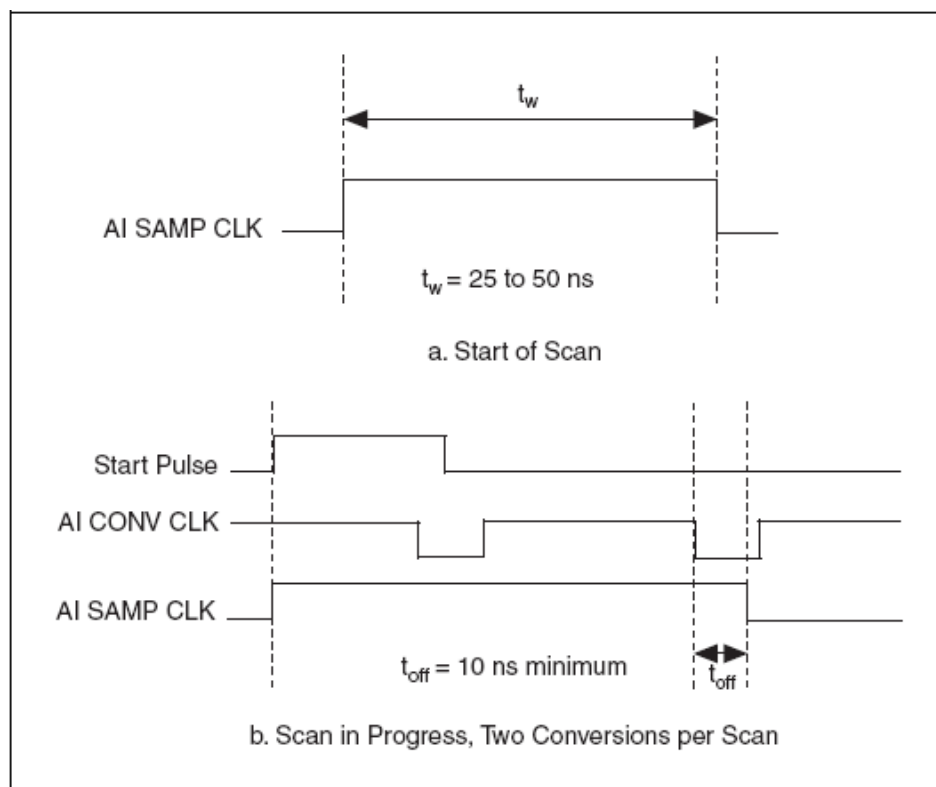
## Сигнал AI CONV CLK

Любой контакт PFI может служить входом для внешнего сигнала AI CONV CLK.

На рис. В-8 показана связь сигнала AI CONV CLK с последовательностью сбора данных.

Как вход, сигнал AI CONV CLK конфигурируется на работу в режиме детектирования перепада. Возможен выбор любого контакта PFI в качестве источника сигнала AI CONV CLK, при этом может быть выбран режим детектирования положительного или отрицательного перепада. Выбранная полярность (тип перепада) сигнала AI CONV CLK инициирует процесс аналого-цифрового преобразования.

На рис. В-8 показаны требования к временным параметрам сигнала AI CONV CLK.



**Рис. В-8.** Временные параметры входного сигнала AI CONV CLK

АЦП фиксирует преобразуемый сигнал через 60 нс после появления выбранного перепада. Значение задержки фиксации зависит от температуры и не изменяется в разных циклах преобразования. Импульсы AI CONV CLK отделяются по меньшей мере одним периодом преобразования.

Счетчик интервалов между отсчетами в модуле SCXI-1600 обычно генерирует импульсы AI CONV CLK, даже если выбран внешний источник. Счетчик стартует по импульсу AI SAMP CLK и работает в режиме вычитания до окончания сканирования, а затем перезагружается и готов для работы к следующему импульсу AI SAMP CLK.

Аналого-цифровое преобразование, инициируемое внутренними или внешними импульсами AI CONV CLK, запрещено, пока эти импульсы не будут сформированы в процессе сбора данных. Сканирование производится, когда формируется аппаратный сигнал AI GATE или сигнал с программно управляемого регистра команд.

## Сигнал AI GATE

Любой контакт PFI может служить входом для внешнего сигнала AI GATE. Сигнал AI GATE может маскировать опрос каналов в процессе сбора данных. Возможно конфигурирование выбранной линии PFI в качестве источника сигнала AI GATE, при этом может быть выбран режим детектирования положительного или отрицательного перепада, а также режим детектирования уровня.

В режиме детектирования уровня, если сигнал AI GATE активен, то импульсы AI SAMP CLK замаскированы и сканирование не выполняется. В режиме детектирования перепада первый активный перепад запрещает импульсы AI SAMP CLK, а второй активный перепад разрешает импульсы AI SAMP CLK.

Сигнал AI GATE не останавливает выполняющееся сканирование, а также не продолжает ранее остановленное сканирование. Сигнал AI GATE не останавливает преобразование до тех пор, пока не начнется следующее сканирование, и наоборот, если преобразование остановлено, сигнал AI GATE не запускает преобразование, пока не начнется следующее сканирование.

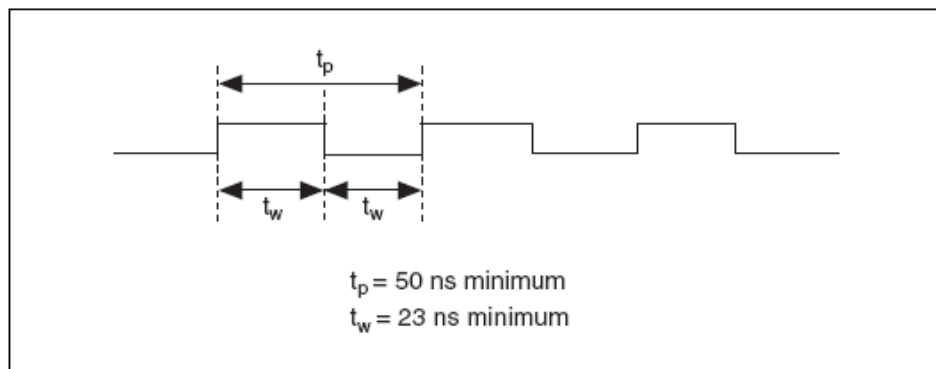
## Сигнал AI SOURCE

Любой контакт PFI может служить входом для внешнего сигнала SI SOURCE. Счетчик интервалов между отсчетами использует сигнал SI SOURCE для синхронизации при формировании импульсов AI SAMP CLK. Выбранная линия PFI должна быть сконфигурирована как источник сигнала SI SOURCE, при этом можно выбрать режим детектирования положительного или отрицательного уровня.

Максимально допустимая частота 20 МГц при минимальной длительности положительной или отрицательной полувольты импульса в 23 нс. Нижняя граница частоты не лимитируется.

Если не выбран внешний источник, то сигнал SI SOURCE формируется на основе одной из внутренних опорных последовательностей импульсов частотой 20 МГц или 100 кГц.

На рис. В-9 показаны требования к временным параметрам сигнала SI SOURCE.



**Рис. В-9.** Временные параметры входного сигнала SI SOURCE

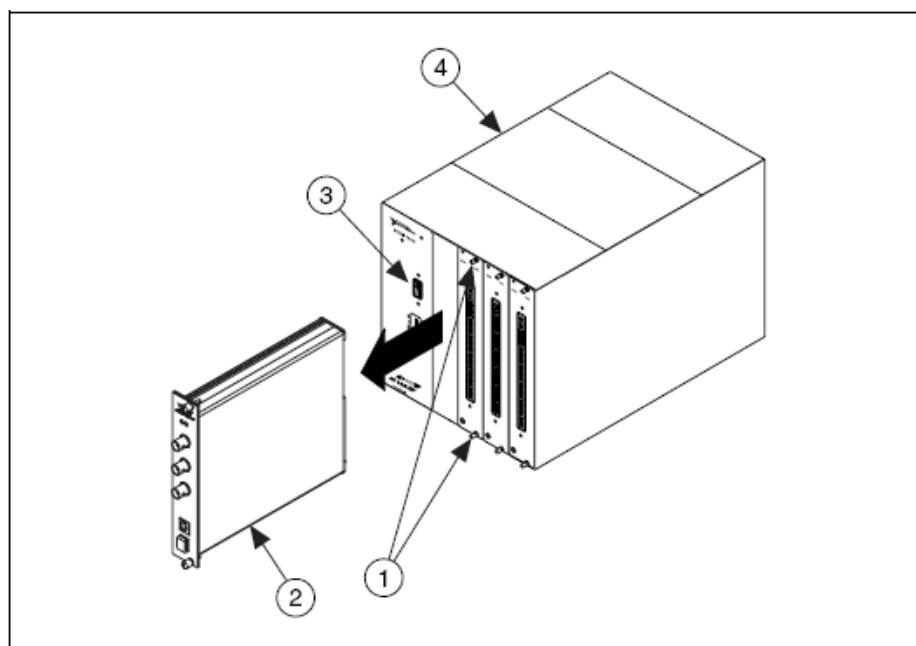
## Приложение С. Деинсталляция модуля SCXI-1600

В этом приложении объясняется, как деинсталлируется модуль SCXI-1600 из утилиты MAX и из SCXI шасси.

### Извлечение модуля SCXI-1600 из шасси

Чтобы извлечь модуль SCXI-1600 из шасси, выполните следующие действия в соответствии с рис. С-1:

1. Отключите USB кабель, соединяющий модуль с компьютером или хабом USB.
2. Выключите питание шасси. *Ни в коем случае* не извлекайте модуль, если питание шасси включено.
3. Вращением против часовой стрелки выкрутите винты, которые держат модуль в шасси, в то же время, не давая им выпасть.
4. Извлеките модуль, равномерно выкручивая оба винта, пока модуль полностью не выдвинется из шасси.



1 – винты    2 – модуль SCXI-1600    3 – выключатель    4 - шасси

**Рис. С-1.** Извлечение модуля SCXI-1600

## Деинсталляция модуля SCXI-1600 из утилиты MAX

Чтобы удалить модуль из утилиты MAX, отключите USB кабель, или выключите питание шасси. Если модуль SCXI-1600 по-прежнему присутствует в списке устройств MAX, нажмите на клавишу F5.



**Примечание:** Если модуль SCXI-1600 больше не приведен в списке устройств MAX, все остальные модули, находящиеся в шасси вместе с модулем SCXI-1600, также удаляются из списка устройств MAX.

При отключении модуль SCXI-1600, SCXI шасси и другие SCXI модули из списка устройств MAX не удаляются автоматически. Они только помечаются символом X красного цвета, который означает, что эти устройства запрещены. После подключения USB кабеля и включения питания шасси эти устройства разрешены, и символ X исчезает. Для полного удаления модуля или удаления шасси целиком, щелкните правой кнопкой по строке модуля или шасси и затем выберите пункт **Delete**.

После этого модуль SCXI-1600 удаляется из списка установленных устройств в MAX.

## Приложение D. Часто задаваемые вопросы

Далее приведены ответы на часто задаваемые вопросы о работе и особых свойствах модуля SCXI-1600.

### **Как узнать, поддерживает ли USB моя версия Windows?**

В панели управления компьютера откройте свойства **System** (Система). Выберите закладку **Hardware** (Оборудование) и щелкните по кнопке **Device Manager** (Диспетчер устройств). В открывшемся списке **Universal Serial Bus Controller** (Контроллеры универсальной последовательной шины) должны быть указаны USB контроллеры и USB концентраторы. Если в компьютере есть USB порты, но нет контроллеров, необходимо обновить программное обеспечение системы.

### **Как лучше протестировать модуль SCXI-1600, если нет для него никакой программы?**

У модуля SCXI-1600 нет программной тестовой панели, но можно запустить тест шасси, чтобы проверить, распознается ли в шасси модуль SCXI-1600.

### **Что означают различные комбинации включения светодиодов на лицевой панели?**

Верхние два зеленых светодиода сигнализируют, есть ли питание на объединительной панели SCXI шасси, а два нижних светодиода контролируют связь по каналу USB. Подробная информация об этих светодиодах приведена в Таблице 1-1, *Состояние светодиодов и USB интерфейса модуля SCXI-1600*. Если верхние два зеленых светодиода не светятся, проверьте предохранители, расположенные на задней стенке SCXI шасси.

### **Что такое PFI, и как их можно сконфигурировать?**

PFI – это программируемые функциональные входы. Эти линии служат для «виртуальной» коммутации всех внутренних сигналов синхронизации.

При работе с функциями NI-DAQ в среде с текстовым языком программирования или в Measurement Studio используйте функции



Select\_Signal для маршрутизации внутренних сигналов к контактам разъема ввода-вывода, маршрутизации внешних цепей к внутренним источникам импульсов синхронизации или подключения внутренних сигналов синхронизации.

При работе с функциями NI-DAQ в среде LabVIEW, если необходимо подключить внешние источники сигналов к линиям PFI, можно воспользоваться примерами, представленными в Multi-Synch Shared Ext Sample Clk.vi.



**Внимание!** Если линии PFI сконфигурированы, как выходы, к ним нельзя подключать внешние источники сигналов, это может привести к выходу из строя модуля, компьютера и другого подключенного к ним оборудования.

### **В какое состояние устанавливаются линии PFI по включению питания?**

После включения питания системы и после сброса линии PFI устанавливаются в высокоимпедансное состояние. Это означает, что на выходных схемах нет ни высокого, ни низкого активного уровня. Однако к этим линиям можно подключить подтягивающие резисторы, как указано в Таблице 2-1, *Описание входных и выходных сигналов*. Эти высокоомные резисторы подтягивают потенциал выхода к высокому или низкому логическому уровню. Например, линия PFI 0/AI START TRIG по включению питания устанавливается в высокоимпедансное состояние, и в Таблице 2-1 показано, что к этой линии подключен подтягивающий резистор 50 кОм. При этом на контакте PFI 0/AI START TRIG будет высокий логический уровень, хотя соответствующий выход находится в высокоимпедансном состоянии.

# Глоссарий

---

Символ	Приставка	Значение
p (п)	pico (пико)	$10^{-12}$
n (н)	pico (нано)	$10^{-9}$
μ (мк)	micro (микро)	$10^{-6}$
m (м)	milli (мили)	$10^{-3}$
k (к)	kilo (кило)	$10^3$
M (М)	mega (Мега)	$10^6$
G (Г)	giga (Гига)	$10^9$
T (Т)	tera (Тера)	$10^{12}$

## Обозначения

%	Процент
±	Плюс-минус
°	Градус
/	на
+	Положительный или плюс
-	Отрицательный или минус
<	Меньше чем
>	Больше чем
≤	Меньше или равно
≥	Больше или равно
Ω	Ом
+5 V	Источник напряжения постоянного тока +5 В

**A**

A	А – Ампер (единица силы тока).
A/D	Аналого-цифровой.
AC	Переменный ток.
ADC	Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) – электронное устройство, часто – интегральная схема, которое преобразует аналоговое напряжение в число.
ADC resolution	Разрешающая способность АЦП, измеряется в битах. 16-битовый АЦП обладает высокой разрешающей способностью, более высоким уровнем точности, чем 12-битовый АЦП.
absolute accuracy	Абсолютная погрешность – максимальная разность между измеренным значением величины (напряжения) на выходе устройства сбора данных и истинным значением, которое подано на его вход. Обычно выражается в единицах измеряемой величины (напряжения) в форме $\pm$ отклонение напряжения.
AI CONV CLK	Сигнал преобразования.
AI GATE	Сигнал стробирования аналогового входа.
AI SAMP CLK	Сигнал запуска сканирования.
amplification	Усиление.
ASIC	Специализированная (заказная) интегральная схема.

**B**

b	Бит – двоичный разряд, которые принимает значения 0 или 1.
B	Байт – восемь взвешенных бит, 8-разрядное двоичное число. Используется также для обозначения емкости памяти, необходимой для хранения одного байта данных.
bipolar	Диапазон напряжения, включающий положительные и отрицательные напряжения.
BNC	Тип коаксиального разъема.
buffer	Временная память для измеряемых или генерируемых данных (программно организованная).
bus	Шина – группа проводников, которая объединяет отдельные блоки внутри компьютера. Как правило, шина служит для расширения интерфейса, чтобы подключать устройства ввода-вывода и другие устройства.

## С

С	Градус Цельсия.
channel	Канал – контакт или вывод, на который подается или с которого снимается аналоговый или цифровой сигнал. Источники аналоговых сигналов бывают несимметричные (Single-ended) и дифференциальные (Differential). Цифровые сигналы обычно объединяются в порты.
Channel clock	Импульс тактирования временного интервала между отдельными измеряемыми каналами, которые опрашиваются методом сканирования.
circuit trigger	Условия для начала или останова формирования импульсов
clock	Генератор импульсов тактирования записи или чтения данных.
CMRR	Коэффициент ослабления синфазного сигнала – показывает степень подавления синфазных помех дифференциальным усилителем, обычно измеряется в децибелах (дБ).
code width	Наименьшее изменение входного напряжения, которое может быть измерено DAQ-устройством.
common-mode range	Диапазон значений входного напряжения, в котором схема может обрабатывать синфазный сигнал.
common-mode signal	Среднее значение напряжения сигнала, приложенного к дифференциальным входам относительно общей цепи компьютера.
common-mode voltage	Синфазное напряжение – напряжение, которое появляется на обоих входах инструментального усилителя относительно общей цепи усилителя.
conversion device	Устройство, преобразующее сигнал из одной формы в другую. Например, АЦП преобразует аналоговый сигнал в цифровой код, ЦАП (цифроаналоговый преобразователь) – код – в аналоговый сигнал; цифровые порты ввода или вывода, счетчики/таймеры – тоже являются преобразователями.
conversion time	В системе аналогового ввода или вывода – интервал времени от момента опроса канала (например командой чтения) до момента получения точных данных.
convert clock	Тактовый сигнал, используемый для переключения на следующий канал после каждого цикла аналого-цифрового преобразования в DAQ-устройстве.
counter/timer	Устройство, подсчитывающее внешние импульсы или импульсы внутреннего генератора (синхронизации).
coupling	Способ подключения сигнала.

**D**

D/A	Цифроаналоговый.
D GND	Цепь заземления цифровых сигналов.
DAC	Цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) – электронное устройство, часто – интегральная схема, которое преобразует цифровой код в соответствующее аналоговое напряжение или ток.
DAQ	Сбор данных – (1) сбор и измерение электрических сигналов, поступающих от сенсоров, измерительных преобразователей и тестовых датчиков или фиксация и обработка измеренных данных с использованием компьютера; (2) сбор и измерение некоторых типов электрических сигналов с помощью модулей встраиваемых в компьютер, в которых установлены аналого-цифровые преобразователи и/или устройства цифрового ввода-вывода.
dB	Децибел (дБ) – логарифмическая единица измерения отношения двух сигналов. $1 \text{ дБ} = 20 \lg V1/V2$ , где $V1$ и $V2$ – напряжения, выраженные в вольтах (В).
DC	Постоянный ток.
default setting	Значения параметров по умолчанию, записанные в драйвер. Во многих случаях входу управления по умолчанию присваивается определенное значение (часто 0), что означает <i>использование текущих настроек по умолчанию</i> . Например, значение входного параметра по умолчанию может быть не « <i>изменять текущие настройки</i> », а может быть « <i>не модуль AMUX-64T</i> ». Если изменить значение такого параметра, новые настройки приобретут новое значение. Для некоторых параметров настройки по умолчанию можно задать с помощью конфигурационной утилиты или вручную, используя установленные в устройстве переключатели.
device	Встраиваемая в компьютер плата, модуль или отдельное устройство сбора данных, которые могут содержать несколько каналов и преобразователей сигналов. SCXI модули – это особый вид устройств сбора данных, модуль SCXI-1600 отличается тем, что он гибридный.
DIFF	Дифференциальный режим.
differential input	Дифференциальный вход – вход, образованный входами дифференциального усилителя.
digital port	См. <i>port</i> (порт).
DIO	Цифровой ввод-вывод

dithering Подмешивание Гауссовского шума к аналоговому входному сигналу.

DNL Дифференциальная нелинейность – измеряемое в единицах младшего разряда (EMR) наибольшее отклонение кода от его идеального значения, равного 1 EMR.

drivers/driver software Драйверы/программы-драйверы – программное обеспечение, которое управляет определенным аппаратным устройством, например, DAQ-устройством.

## E

EMC Электромагнитная совместимость (ЭМС).

event Состояние или значение аналогового или цифрового сигнала.

external Импульс напряжения от внешнего источника, инициирующий операции ввода-вывода.

.

## F

FIFO Буферная память типа «очередь» – данные, сохраненные первыми, первыми отправляются адресату.

filtering Фильтрация – вид преобразования сигнала, который позволяет подавить нежелательные спектральные составляющие измеряемого сигнала.

## G

gain Коэффициент усиления – число раз, в которое увеличивается входной сигнал, иногда выражается в децибелах (дБ).

gain accuracy Погрешность масштабирования – оценивается в отклонении усиления усилителя от идеального значения.

Gate input pin Входной контакт управления счетом.

grounded source Источник сигнала заземления.

## H

Hz Герц (Гц) – количество периодов сигнала в секунду; единица измерения частоты.

## I

I/O Ввод-вывод.

ID	Идентификатор.
in.	Дюйм (дюймы).
INL	Интегральная нелинейность – измеряемое в единицах младшего разряда (ЕМР) наибольшее отклонение кода от идеальной характеристики аналого-цифрового или цифроаналогового преобразования устройства аналогового ввода-вывода.
input bias current	Входной ток смещения электронной схемы.
input impedance	Измеренные значения активного сопротивления и емкости между входами электронной схемы.
input offset current	Разность токов смещения двух входов инструментального усилителя.
instrumentation amplifier	Очень точный дифференциальный усилитель с высоким входным сопротивлением.
<b>K</b>	
k	Кило – стандартный метрический префикс для обозначения 1000 или $10^3$ , используется с единицами измерения, такими, как Вольт, Герц и метр.
kS	Тысяча отсчетов.
<b>L</b>	
linearity	Свойство устройства обладать откликом, удовлетворяющем уравнению $R=KS$ , где R=отклик, S=стимулирующее воздействие, K= постоянный коэффициент.
LSB	Младший значащий бит.
<b>M</b>	
m	метр (м).
M	(1) Мега – стандартный метрический префикс для обозначения 1 миллиона или $10^6$ , используется с единицами измерения, такими, как Вольт и Герц; (2) – Мега, префикс, используемый для обозначения 1 048 576 или $2^{20}$ , при определении в байтах количества данных или емкости памяти компьютера.
multiplexed mode	Режим мультиплексирования – режим работы SCXI модуля, при котором каналы аналогового ввода мультиплексируются на один выход, подключенный к DAQ-устройству Е/М серии. Этот режим обеспечивает связь DAQ-устройства как с модулем, который к нему подключен, так и с остальными модулями в

этом же шасси.

mux

Мультиплексор – устройство коммутации со многими входами, которые поочередно подключаются к единственному общему выходу, обычно быстродействующее, применяется для измерения нескольких сигналов с помощью одного АЦП.

## N

NI-DAQ

Набор программных драйверов, необходимый для работы DAQ-устройств и SCXI компонентов.

nodes

Исполняемый элемент блок-диаграммы – функция, структура и subVI.

noise

Помеха (шум) – нежелательный (вредный) электрический сигнал. К внешним источникам помех относятся линии электропередач переменного тока, электродвигатели, генераторы, флуоресцентные светильники, паяльники, дисплеи на электронно-лучевых трубках, компьютеры, грозы, сварочные аппараты, радиопередатчики. Собственные шумы в устройстве порождаются полупроводниковыми приборами, резисторами и конденсаторами. Шумы и помехи искажают передаваемые или принимаемые сигналы.

## P

peak to peak

Амплитуда измеряемого сигнала; разность между максимальным и минимальным значениями сигнала.

PFI

Программируемый функциональный вход.

PGIA

Инструментальный усилитель с программируемым коэффициентом усиления.

Plug and Play devices

Устройство или программа, которые после инсталляции могут быть сразу же использованы, не Plug and Play изделия требуют дополнительного конфигурирования.

port

(1) цифровой порт, состоящий из нескольких линий ввода-вывода в DAQ устройстве; (2) разъем последовательного или параллельного интерфейса компьютера .

potentiometer

Электрическое устройство, сопротивление которого может регулироваться вручную; используется для ручной подстройки электронных схем, таких, как датчики линейных или угловых перемещений

ppm

1 ppm (parts per million) – миллионная доля (0.0001%)



## Q

quantization error      Методическая погрешность квантования аналоговых величин, возникает из-за конечного разрешения процесса преобразования.

## R

relative accuracy      Погрешность АЦП, измеряемая в единицах младшего разряда. Включает все погрешности нелинейности и погрешность квантования. Не включает погрешности смещения и масштаба электронных схем, используемые вместе с АЦП

resolution      Разрешающая способность - наименьшее приращение сигнала, которое может быть обнаружено измерительной системой. Разрешающая способность выражается в битах, в относительных единицах или в процентах от полной шкалы. Например, разрешающая способность 12 битовой системы может быть определена так же, как одна 4096 часть или 0,0244% от полной шкалы.

rise time      Интервал времени между 10% и 90% значениями отклика системы на скачкообразное воздействие.

rms      Среднеквадратическое (действующее) напряжение – квадратный корень из среднего квадрата мгновенных значений амплитуд сигнала.

## S

s      Секунды (с).

S      Отсчеты

S/s      Количество отсчетов в секунду – используется для выражения скорости дискретизации аналогового сигнала DAQ-модулем.

sample clock      Генератор, определяющий интервал времени между отсчетами во всех каналах.

sample counter      Счетчик импульсов синхронизации канала, другими словами это количество выполненных отсчетов. В модулях одновременного (параллельного) преобразования этот счетчик подсчитывает импульсы сканирования, т.е. определяет количество циклов сканирования.

scan      Скан (развертка) – один или более отсчетов аналоговых сигналов, полученных одновременно или почти одновременно. Обычно количество отсчетов в скане равно количеству каналов в группе каналов ввода. Например, в одном скане содержится по одному новому отсчету с каждого канала группы.

scan rate      Количество циклов сканирования выполненных системой в

течение заданного интервала времени, обычно выражается количеством циклов сканирования в секунду.

SCXI	Signal Conditioning eXtensions for Instrumentation – серия изделий NI, предназначенных для согласования источников сигналов низкого уровня с измерительными устройствами.
sensor	Датчик – первичный преобразователь физической величины в электрический сигнал.
settling time	Время установления – время, необходимое для того, чтобы напряжение достигло установившегося значения с заданной погрешностью.
SI SOURCE	Счетчик тактовых импульсов.
signal conditioning	Обработка сигналов, которая осуществляется перед преобразованием их в цифровую форму.
software trigger	Программируемое событие, которое инициирует действие, такое, как сбор данных
source impedance	Сопротивление источника сигнала – параметр, отражающий способность источников напряжения нагружаться током (чем меньше сопротивление, тем лучше), а источников тока – управлять высокоомной нагрузкой (чем больше сопротивление источника тока – тем лучше).
STC	Контроллер синхронизации системы.
successive approximation ADC	АЦП, выполняющий преобразование аналогового сигнала в цифровой код путем серии из $n$ последовательных сравнений сигнала с взвешенными по двоичному закону образцовыми величинами; $n$ – количество разрядов АЦП, характеризует разрешающую способность АЦП.
switchless device	Устройство, конфигурируемое без DIP-переключателей или перемычек. См. также <i>Plug and Play devices</i>
system noise	Системный шум – уровень шума, наблюдаемый в аналоговой схеме или АЦП при замкнутых на общий провод аналоговых входах устройства.

## T

TC	Счетный вход (контакт).
THD	Суммарный коэффициент гармонических искажений
transducer	См. <i>Sensor</i> .
transducer excitation	Способ преобразования сигнала, использующий внешний источник тока или напряжения для возбуждения схемы кондиционирования в процессе измерения физической

величины.

trigger Событие, вызывающее запуск какого-либо вида сбора данных

TTL Транзисторно-транзисторная логика.

## U

USB Universal Serial Bus – универсальная последовательная шина..

## V

V Вольт (В).

VDC Напряжение постоянного тока (В).

VI Виртуальный прибор (ВП) – (1) совокупность аппаратных и/или программных средств, используемых, как правило, совместно персональным компьютером, которая по своим функциональным возможностям заменяет традиционный автономный измерительный прибор; (2) Программный модуль в среде программирования LabVIEW, который состоит из пользовательского интерфейса в виде лицевой панели и программы в виде блок-диаграммы.

## W

wire Проводник, которым соединяются узлы.

working voltage Рабочее напряжение – наибольшее напряжение относительно заземления, которое можно подавать на вход в нормальных условиях эксплуатации. Оно обычно значительно меньше предельно допустимого для обеспечения некоторого резерва по безопасности. Его значение учитывает как амплитуду измеряемого сигнала, так и амплитуду синфазного напряжения.