

NI cDAQ™-9132/9133/9134/ 9135/9136/9137

Руководство пользователя

контроллера NI CompactDAQ

Français

Deutsch

日本語

한국어

简体中文

ni.com/manuals

Техническая поддержка по всему миру и информация о выпускаемой продукции
ni.com

Офисы по всему миру

Посетите ni.com/niglobal, чтобы получить доступ к сайтам филиалов, которые предоставляют актуальную контактную информацию, телефонные номера технической поддержки, адреса электронной почты и информацию о текущих событиях.

Штаб-квартира корпорации National Instruments

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

За подробной информацией о поддержке обратитесь к приложению *Техническая поддержка и профессиональные сервисы*. Чтобы оставить свои комментарии о документации National Instruments, зайдите на страницу ni.com/info и введите код обратной связи `feedback`.

Правовая информация

Ограниченная гарантия

Данный документ предоставляется «как есть» и подлежит изменениям без предварительного уведомления в последующих изданиях. За последней версией обратитесь на страницу ni.com/manuals. Документ тщательно отредактирован NI на предмет технической точности; однако NI НЕ ДАЕТ НИКАКИХ ЯВНЫХ ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ГАРАНТИЙ ОТНОСИТЕЛЬНО ТОЧНОСТИ ИНФОРМАЦИИ, СОДЕРЖАЩЕЙСЯ В ДОКУМЕНТЕ, И НЕ НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ЛЮБЫЕ ОШИБКИ.

NI гарантирует отсутствие в своих аппаратных продуктах дефектов материала и изготовления, могущих вызвать отказ продукта, а также соответствие применимым опубликованным NI техническим характеристикам в течение одного (1) года с даты покупки.

В течение девяноста (90) дней с даты покупки, NI гарантирует, что (i) программные продукты будут работать в соответствие с применимой документацией, поставляемой с программным обеспечением, гарантирует также (ii) отсутствие дефектов материала и изготовления в носителе информации.

В случае получения NI уведомления о дефекте либо несоответствия характеристикам в течение применимого гарантийного срока, NI обязуется, по своему усмотрению: (i) восстановить или заменить поврежденный продукт, либо (ii) вернуть средства, уплаченные за поврежденный продукт. Восстановленные или замененные аппаратные средства подлежат гарантии на оставшуюся часть первоначального гарантийного срока или срока в девяносто (90) дней, в зависимости от того, что больше. При решении отремонтировать или заменить изделие NI может использовать новые или восстановленные детали или продукты, эквивалентные новым по характеристикам и надежности, и, как минимум, функционально эквивалентные оригинальным деталям или продуктам.

Прежде чем возвращать любой продукт в NI, вы должны получить от NI номер RMA. NI сохраняет за собой право взимать плату за изучение и тестирование аппаратных средств, на которые не распространяется ограниченная гарантия.

Ограниченная гарантия не применима, если повреждения продукта возникли вследствие неправильной или неадекватной установки, технического обслуживания, ремонта или калибровки изделия (производимых не NI); несанкционированной модификации изделия; использования изделия в неправильных условиях; использования неправильного аппаратного или программного ключа; неподобающем использовании за пределами технических характеристик продукта; подачи недопустимого напряжения; небрежного и неправильного обращения; либо стихийных бедствий, например, ударов молнии, наводнений и других природных катаклизмов.

СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ПРАВ, ИЗЛОЖЕННЫЕ ВЫШЕ, ЯВЛЯЮТСЯ ОГРАНИЧЕННЫМИ И ЕДИНСТВЕННЫМИ СРЕДСТВАМИ ПРАВОВОЙ ЗАЩИТЫ КЛИЕНТА И ДОЛЖНЫ БЫТЬ ПРИМЕНЕНЫ, ДАЖЕ ЕСЛИ НЕ ИСПОЛНЯЮТ СВОЕ ОСНОВНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ.

ЗА ИСКЛЮЧЕНИЕМ ИЗЛОЖЕННОГО В ЯВНОМ ВИДЕ В НАСТОЯЩЕМ ДОКУМЕНТЕ, ПРОДУКТЫ ПРЕДОСТАВЛЯЮТСЯ «КАК ЕСТЬ», БЕЗ КАКИХ-ЛИБО ГАРАНТИЙ. NI НЕ ДАЕТ НИКАКИХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ В ОТНОШЕНИИ КАКИХ-ЛИБО ЯВНО ВЫРАЖЕННЫХ ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ГАРАНТИЙ, ВКЛЮЧАЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ, ГАРАНТИЙ ТОВАРНОГО КАЧЕСТВА, СООТВЕТСТВИЯ КОНКРЕТНОМУ НАЗНАЧЕНИЮ И ОТСУТСТВИЯ НАРУШЕНИЙ ЧЬИХ-ЛИБО ПРАВ СОБСТВЕННОСТИ ИЛИ ЛЮБЫХ ГАРАНТИЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОБЫЧНОЙ ПРАКТИКИ ДЕЛОВЫХ ОТНОШЕНИЙ ИЛИ КОММЕРЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ. NI НЕ ГАРАНТИРУЕТ И НЕ ДЕЛАЕТ НИКАКИХ ЗАЯВЛЕНИЙ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИЛИ О РЕЗУЛЬТАТАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКЦИИ В ОТНОШЕНИИ ПРАВИЛЬНОСТИ, ТОЧНОСТИ, НАДЕЖНОСТИ ИЛИ В ОСТАЛЬНЫХ СЛУЧАЯХ. NI НЕ ГАРАНТИРУЕТ НЕПРЕРЫВНОЙ ИЛИ БЕЗОШИБОЧНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОДУКТОВ.

В случае, если между вами и NI заключено отдельное письменное соглашение с гарантийными условиями на продукты, должны применяться условия этого соглашения.

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 корпорации National Instruments.

National Instruments относится с уважением к интеллектуальной собственности и призывает к этому же своих клиентов. Программное обеспечение NI защищено законами об охране авторских прав и прав на интеллектуальную собственность. Вы имеете право передавать программное обеспечение и прочие материалы, разработанные с помощью программного обеспечения National Instruments, третьим лицам в соответствии с условиями приобретенной Вами лицензии и другими законодательными ограничениями.

Лицензионные соглашения конечных пользователей и правовые положения сторонних производителей

Вы можете найти лицензионные соглашения с конечным пользователем (EULAs) и правовые положения сторонних производителей в следующих местах:

- Положения находятся в папках <National Instruments>_Legal Information и <National Instruments>.
- Лицензионные соглашения конечного пользователя находятся в папке <National Instruments>\Shared\MDF\Legal\License.
- Просмотрите <National Instruments>Legal Information.txt для получения информации о включении правовой информации в инсталляторы, создаваемые при помощи продуктов NI.

Ограниченные права для правительственных учреждений США

Если вы представляете агентство, департамент или иное подразделение Правительства Соединенных Штатов ("Правительства"), использование, копирование, воспроизведение, выпуск, модификация, разглашение или передача технических данных, приведенных в данном руководстве, регулируются положением об Ограниченных правах в Положении о закупках для федеральных нужд 52.227-14 для гражданских агентств и Федеральным положением о военных закупках, секция 252.227-7014 и 252.227-7015, для военных ведомств.

Торговые марки

Обратитесь к документу NI Trademarks and Logo Guidelines на сайте ni.com/trademarks для получения дополнительной информации о торговых марках National Instruments.

ARM, Keil и μ Vision являются торговыми марками или зарегистрированы в ARM Ltd или его дочерними компаниями. LEGO, логотип LEGO, WEDO и MINDSTORMS являются торговыми марками LEGO Group. TETRIS by Pitsco является торговой маркой Pitsco, Inc.

FIELDBUS FOUNDATION™ и FOUNDATION™ являются торговыми марками Fieldbus Foundation.

EtherCAT® является зарегистрированной торговой маркой, лицензированной Beckhoff Automation GmbH. CANopen® является зарегистрированным торговым знаком сообщества CAN in Automation e.V. DeviceNet™ и EtherNet/IP™ являются торговыми марками ODVA.

Go!, SensorDAQ и Vernier являются зарегистрированными торговыми марками Vernier Software & Technology. Vernier Software & Technology и vernier.com являются товарными знаками или упаковкой.

Xilinx является зарегистрированной торговой маркой Xilinx, Inc.

Tartite и Trilobular являются зарегистрированными торговыми марками Research Engineering & Manufacturing Inc. FireWire® является зарегистрированной торговой маркой Apple Inc.

Linux® является зарегистрированной торговой маркой Linus Torvalds в США и других странах.

Handle Graphics®, MATLAB®, Real-Time Workshop®, Simulink®, Stateflow® и xPC TargetBox® являются зарегистрированными торговыми марками, а TargetBox™ и Target Language Compiler™ являются торговыми марками The MathWorks, Inc.

Tektronix®, Tek и Tektronix, Enabling Technology являются зарегистрированными торговыми марками Tektronix, Inc. Словесный знак Bluetooth® является зарегистрированной торговой маркой Bluetooth SIG, Inc.

Словесный знак и логотипы ExpressCard™ принадлежат PCMCIA и любое их использование National Instruments производится по лицензии.

Знак LabWindows используется по лицензии Microsoft Corporation. Windows является зарегистрированной торговой маркой Microsoft Corporation в Соединенных Штатах Америки и других странах.

Названия других упомянутых в данном руководстве изделий и производителей также являются торговыми марками соответствующих компаний.

Члены программы партнерства National Instruments Alliance Partner Program являются коммерческими организациями, независимыми от National Instruments, и не имеют агентских, партнерских отношений с National Instruments или отношений совместными с National Instruments предприятиями

Патенты

Для получения информации о патентах, которыми защищены продукция или технологии National Instruments, выполните 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.

Информация о требованиях к экспорту

Обратитесь к документу *Export Compliance Information* на странице ni.com/legal/export-compliance за глобальными принципами торговой политики NI, а также чтобы получить необходимые коды HTS, ECCNs и прочие данные об экспорте/импорте.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРОДУКТОВ NATIONAL INSTRUMENTS

ВЫ НЕСЕТЕ ПОЛНУЮ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ПРОВЕРКУ И ОБОСНОВАНИЕ ПРИГОДНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ПРОДУКТОВ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ ИХ В ВАШУ СИСТЕМУ ИЛИ ПРИЛОЖЕНИЕ, ВКЛЮЧАЯ ПРАВИЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ, ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И УРОВЕНЬ БЕЗОПАСНОСТИ ТАКОЙ СИСТЕМЫ ИЛИ ПРИЛОЖЕНИЯ.

ПРОДУКТЫ НЕ РАЗРАБАТЫВАЛИСЬ, НЕ ПРОИЗВОДИЛИСЬ И НЕ ИСПЫТЫВАЛИСЬ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СИСТЕМАХ, ОТ КОТОРЫХ ЗАВИСИТ ЖИЗНЬ ИЛИ БЕЗОПАСНОСТЬ ЛЮДЕЙ, В ОПАСНЫХ УСЛОВИЯХ ИЛИ ЛЮБОЙ ДРУГОЙ СРЕДЕ, ТРЕБУЮЩИХ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ, В ТОМ ЧИСЛЕ НА АТОМНЫХ СТАНЦИЯХ; В АВИАНАВИГАЦИИ; В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ; В СПАСАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ, СИСТЕМАХ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ И ПОДОБНЫХ МЕДИЦИНСКИХ УСТРОЙСТВАХ; ИЛИ В ЛЮБЫХ ДРУГИХ ПРИЛОЖЕНИЯХ, ГДЕ ОТКАЗ ПРОДУКТА ИЛИ ОБСЛУЖИВАНИЯ МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К СМЕРТИ, ТРАВМЕ, СЕРЬЕЗНОЙ ПОРЧЕ ИМУЩЕСТВА ИЛИ НАНЕСЕНИЮ ВРЕДА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ (ОБОБЩЕННО - "ПРИМЕНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГО УРОВНЯ РИСКА"). КРОМЕ ТОГО, ДОЛЖНЫ БЫТЬ ПРИНЯТЫ МЕРЫ ЗАЩИТЫ ОТ СБОЕВ, ВКЛЮЧАЯ РЕЗЕРВНОЕ КОПИРОВАНИЕ ДАННЫХ И ОТКЛЮЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ. NI В ЯВНОМ ВИДЕ ОТКАЗЫВАЕТСЯ ОТ ЛЮБЫХ ПРЯМЫХ ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ГАРАНТИЙ ПРИГОДНОСТИ ПРОДУКТОВ ИЛИ УСЛУГ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГО УРОВНЯ РИСКА.

Содержание

NI cDAQ™-9132/9133/9134/ 9135/9136/9137	1
Руководство пользователя	1
Правовая информация	3
Содержание	C-5
Начало работы с контроллером cDAQ	1-1
Правила техники безопасности	1-3
Электромагнитная совместимость	1-4
Особые указания для морских применений	1-5
Значения символов на изделии.....	1-5
Распаковка	1-6
Установка контроллера cDAQ для Windows.....	1-6
Установка контроллера cDAQ Controller для LabVIEW Real-Time	1-9
Подключение к сети через порт Ethernet	1-14
Решение проблем с сетевыми подключениями в контроллере LabVIEW Real-Time.....	1-14
Подключение питания к контроллеру cDAQ	1-15
Выключение питания контроллера cDAQ.....	1-17
Варианты запуска контроллера	1-17
Извлечение модулей из контроллера cDAQ	1-18
Монтаж контроллера cDAQ.....	1-18
Монтаж контроллера cDAQ на панели.....	1-21
Установка контроллера cDAQ на столе.....	1-23
Монтаж контроллера cDAQ на DIN-рейке.....	1-26
Монтаж контроллера cDAQ в стойку	1-27
Монтаж аксессуара для фиксации модуля	1-27
Особенности контроллера cDAQ	1-29
Разъем Mini DisplayPort.....	1-30
Хост-порты USB	1-30

Порт USB устройства	1-31
Кнопка RESET	1-32
Кнопка питания.....	1-32
Светодиоды	1-32
Порты Ethernet	1-34
Светодиоды Ethernet.....	1-34
Кабели Ethernet	1-35
Разъем NI-XNET CAN/LIN	1-35
Разъем PFI 0 SMB	1-36
Последовательный порт RS-232	1-36
Разъем питания	1-37
Сменная карта памяти SD Card	1-37
Светодиоды SD-карты.....	1-37
Крышка для слота SD-карты	1-38
Кнопка USER1	1-38
Винт заземления шасси	1-38
Батарея CMOS и кнопка сброса CMOS	1-39
Сброс настроек системной CMOS и BIOS	1-39
Кабели и аксессуары.....	1-40
Использование контроллера cDAQ.....	1-42
Модуль C-серии	1-42
Сравнение параллельных и последовательных модулей цифрового ввода-вывода.....	1-43
Интерфейс модуля cDAQ.....	1-43
STC3	1-43
Процессор и порты	1-44
Аналоговый ввод	2-1
Сигналы запуска аналогового ввода	2-1
Сигналы синхронизации аналогового ввода.....	2-2
Сигнал AI Sample Clock	2-2

Маршрутизация сигнала Sample Clock на выходной контакт	2-2
Сигнал AI Sample Clock Timebase	2-3
Свойства сигналов AI Convert Clock модулей аналогового ввода	2-3
Модули сканирующего типа	2-3
Модули с одновременной выборкой и хранением	2-3
Модули с сигма-дельта преобразованием	2-3
Модули с низкой частотой дискретизации	2-4
Сигнал AI Start Trigger	2-5
Использование цифрового источника	2-6
Использование аналогового источника	2-6
Маршрутизация сигнала запуска AI Start Trigger на выходной контакт	2-6
Сигнал AI Reference Trigger	2-6
Использование цифрового источника	2-7
Использование аналогового источника	2-7
Маршрутизация сигнала запуска AI Reference Trigger на выходной контакт	2-7
Сигнал AI Pause	2-8
Использование цифрового источника	2-8
Использование аналогового источника	2-8
Начало работы с программным обеспечением приложений аналогового вывода	2-8
Аналоговый вывод	3-1
Способы аналогового вывода данных	3-1
Генерация сигналов с использованием программной синхронизации	3-1
Генерация сигналов с использованием аппаратной синхронизации	3-2
Буферизованный аналоговый вывод	3-2
Сигналы запуска аналогового вывода	3-3
Сигналы синхронизации аналогового вывода	3-3
Сигнал AO Sample Clock	3-3

Маршрутизация сигнала AO Sample Clock на выходной контакт 3-4	
Сигнал AO Sample Clock Timebase	3-4
Сигнал AO Start Trigger.....	3-4
Использование цифрового источника	3-4
Использование аналогового источника	3-5
Маршрутизация сигнала запуска AO Start Trigger на выходной контакт	3-5
Сигнал AO Pause Trigger	3-5
Использование цифрового источника	3-6
Использование аналогового источника	3-6
Минимизация выбросов в выходном сигнале.....	3-7
Начало работы с программным обеспечением приложений аналогового вывода	3-7
Цифровой ввод-вывод и PFI	4-1
Цифровой ввод/вывод	4-1
Сравнение последовательных и параллельных модулей цифрового ввода/вывода	4-1
Статический цифровой ввод/вывод	4-2
Ввод цифровых сигналов	4-2
Сигналы запуска цифрового ввода	4-2
Сигналы синхронизации цифрового ввода	4-2
Импульсы DI Sample Clock Timebase	4-3
Фильтры цифрового ввода.....	4-7
Начало работы с программными приложениями цифрового ввода	4-8
Событие обнаружения изменений (Change Detection Event).....	4-8
Маршрутизация сигнала обнаружения изменений на выходной контакт	4-8
Сбор данных при обнаружении изменений	4-8
Цифровой вывод	4-9
Способы цифрового вывода данных.....	4-9

Сигналы запуска цифрового вывода.....	4-10
Сигналы синхронизации цифрового вывода.....	4-11
Начало работы с программными приложениями цифрового вывода.....	4-14
Конфигурация цифрового ввода/вывода для NI 9401	4-14
PFI (Программируемый функциональный интерфейс).....	4-14
Фильтры PFI.....	4-15
Счетчики.....	5-1
Механизм синхронизации счетчика.....	5-2
Приложения ввода данных с помощью счетчиков.....	5-3
Счет фронтов.....	5-3
Однократный (по запросу) счет фронтов	5-3
Буферизированный (по сигналу Sample Clock) счет фронтов.....	5-4
Управление направлением счета.....	5-4
Измерение длительности импульса	5-5
Однократное измерение длительности импульса.....	5-5
Неявное буферизированное измерение длительности импульса ..	5-6
Измерение длительности импульса с буферизацией по синхроимпульсам отсчетов.....	5-6
Измерение параметров импульса	5-7
Однократное измерение параметров импульса	5-7
Неявное буферизированное измерение параметров импульса.....	5-8
Измерение параметров импульса с буферизацией по синхроимпульсам отсчетов.....	5-8
Измерение полупериода.....	5-9
Однократное измерение полупериода	5-10
Неявное буферизированное измерение полупериода	5-10
Сравнение измерения параметров импульсов и измерения полупериода	5-10
Измерение частоты	5-11
Измерение низкой частоты с использованием одного счетчика.	5-11

Измерение высокой частоты с использованием двух счетчиков	5-12
Измерение частот в широком диапазоне с использованием двух счетчиков	5-13
Измерение частоты с буферизацией импульсами синхронизации отсчетов	5-14
Выбор способа измерения частоты.....	5-16
Какой метод лучше?	5-17
Измерение периода.....	5-20
Измерение перемещений.....	5-20
Измерения с использованием квадратурных энкодеров	5-21
Характеристика канала Z	5-22
Измерения с использованием двухимпульсных энкодеров.....	5-23
Буферизированное (с использованием импульсов синхронизации отсчетов) измерение перемещений	5-23
Измерение с управлением фронтами двух сигналов.....	5-24
Однократное измерение с управлением фронтами двух сигналов	5-25
Неявное буферизированное измерение с управлением фронтами двух сигналов	5-25
Буферизированное измерение с управлением двумя сигналами и синхронизацией отсчетов.....	5-26
Приложения вывода данных с помощью счетчиков	5-27
Простая генерация импульсов	5-27
Генерация одного импульса.....	5-27
Генерация одного импульса по сигналу запуска Start Trigger.....	5-27
Генерация последовательности импульсов.....	5-28
Генерация конечной последовательности импульсов.....	5-28
Генерация импульса или последовательности импульсов с повторным запуском.....	5-29
Генерация непрерывной последовательности импульсов	5-30
Буферизованная генерация последовательности импульсов.....	5-31
Неявная буферизованная генерация конечной	

последовательности импульсов.....	5-32
Неявная буферизованная генерация непрерывной последовательности импульсов.....	5-32
Буферизованная генерация конечной последовательности импульсов с синхронизацией импульсами отсчетов.....	5-33
Буферизованная генерация непрерывной последовательности импульсов с синхронизацией импульсами отсчетов.....	5-34
Генерация частот	5-34
Применение генератора частот	5-34
Деление частоты	5-35
Генерация импульсов для равномерной дискретизации во времени	5-36
Сигналы синхронизации счетчиков	5-37
Сигнал Counter <i>n</i> Source	5-37
Маршрутизация сигнала Counter <i>n</i> Source	5-38
Маршрутизация сигнала Counter <i>n</i> Source на выходной контакт	5-38
Сигнал Counter <i>n</i> Gate.....	5-38
Маршрутизация сигнала на вход Counter <i>n</i> Gate	5-38
Маршрутизация сигнала Counter <i>n</i> Gate на выходной контакт ...	5-39
Сигнал Counter <i>n</i> Aux	5-39
Маршрутизация сигнала на вход Counter <i>n</i> Aux.....	5-39
Сигналы A, B и Z счетчика <i>n</i>	5-39
Маршрутизация сигналов на входы A, B и Z счетчика.....	5-39
Маршрутизация сигнала Z счетчика <i>n</i> на выходной контакт	5-39
Сигнал Up_Down счетчика <i>n</i>	5-40
Сигнал Counter <i>n</i> HW Arm счетчика <i>n</i>	5-40
Маршрутизация сигналов на вход Counter <i>n</i> HW Arm.....	5-40
Сигнал Counter <i>n</i> Sample Clock счетчика <i>n</i>	5-40
Использование внутреннего источника.....	5-41
Использование внешнего источника	5-41

Маршрутизация сигнала Counter n Sample Clock на выходной контакт	5-41
Внутренний выход счетчика n и сигнал переноса (Counter n TC Signal).....	5-41
Маршрутизация сигнала с внутреннего выхода счетчика n на выходной контакт	5-42
Сигнал выхода частот.....	5-42
Маршрутизация сигнала выхода частот на контакт PFI	5-42
Подключение счетчика/таймера по умолчанию	5-42
Запуск счетчиков	5-42
Другие возможности счетчиков	5-43
Каскадирование счетчиков	5-43
Предварительное деление частоты	5-43
Режимы синхронизации	5-44
Режим для источника частотой 80МГц	5-44
Внешний или внутренний источник с частотой меньшей, чем 20 МГц.....	5-45
Цифровая маршрутизация и генерация тактовых импульсов	6-1
Цифровая маршрутизация.....	6-1
Маршрутизация импульсов	6-1
80 MHz Timebase.....	6-2
Опорная частота 20 МГц.....	6-2
Опорная частота 100 кГц	6-2
Операционная система контроллера и конфигурация BIOS	A-1
Предупреждения в процессе самотестирования при включении питания	A-1
Восстановление операционной системы Windows.....	A-2
Использование утилиты настройки BIOS для изменения настроек	A-3
Запуск утилиты настройки BIOS.....	A-3

Меню Main	A-4
Меню Advanced.....	A-5
Подменю Power/Wake Configuration	A-5
Подменю SATA Configuration	A-5
Подменю USB Configuration.....	A-6
Меню Security.....	A-6
Меню Boot Setup.....	A-7
Подменю Boot Settings Configuration.....	A-8
Подменю Hard Drive BBS Priorities.....	A-8
Подменю CD/DVD ROM Drive BBS Priorities	A-8
Подменю Floppy Drive BBS Priorities	A-8
Подменю Network Device BBS Priorities.....	A-8
Меню Save & Exit	A-8
Сброс настроек BIOS.....	A-9
Куда обратиться за поддержкой	B-1
Примеры программ.....	B-1
Сопутствующая документация.....	B-1
Документация на контроллер cDAQ.....	B-1
Документация и технические характеристики модулей C-серии	B-2
NI-DAQmx	B-2
LabVIEW.....	B-2
LabVIEW Real-Time.....	B-3
Языки .NET без прикладных программ NI.....	B-3
Учебные курсы.....	B-3
Техническая поддержка в сети	B-3
Техническая поддержка и профессиональные сервисы	C-1

Начало работы с контроллером cDAQ

Четырехслотовые контроллеры CompactDAQ cDAQ-9132, cDAQ-9134 и cDAQ-9136, а также восьмислотовые контроллеры CompactDAQ cDAQ-9133, cDAQ-9135 и cDAQ-9137 компании National Instruments доступны с операционной системой Windows Embedded Standard 7 (WES7) или LabVIEW Real-Time. Контроллеры NI cDAQ-9132/9133/9134/9135 имеют двухядерный процессор Intel Atom частотой 1.33 ГГц. Контроллеры NI cDAQ-9136/9137 имеют четырехядерный процессор Intel Atom частотой 1.91 ГГц.

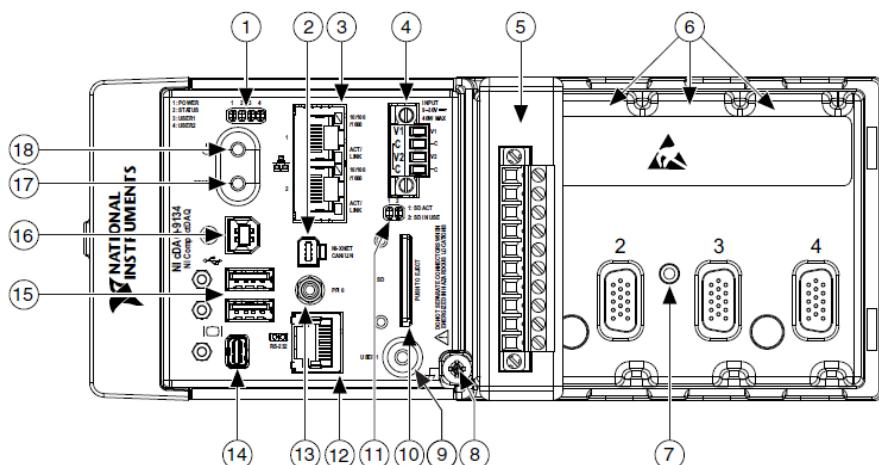
В этом разделе содержится информация о начале работы с контроллером cDAQ в Windows и LabVIEW Real-Time:

- О контроллерах NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137 с ОС Windows обратитесь к разделу [Установка контроллера cDAQ для Windows](#).
- О контроллерах NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137 с ОС LabVIEW Real-Time обратитесь к разделу [Установка контроллера cDAQ для LabVIEW Real-Time](#)

Контроллер cDAQ включает несколько стандартных интерфейсов и вместе с модулями C-серии позволяет измерять большое количество аналоговых и цифровых сигналов, которые могут быть сохранены на встроенном жестком диске или SD-карте. За получением технических характеристик обратитесь к соответствующему документу на ваш контроллер cDAQ. Обратитесь к документации, поставляемой с вашим (и) модулем (модулями) C-серии или на сайт ni.com/manuals за техническими характеристиками модулей.

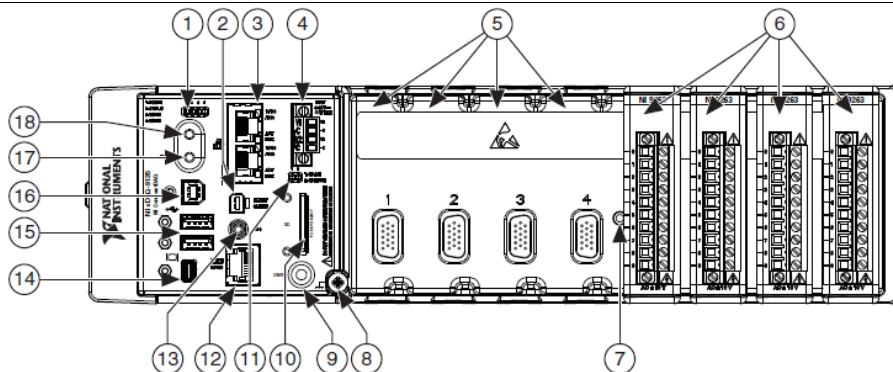
На рисунке 1-1 показан контроллер NI cDAQ-9132/9134/9136. На рисунке 1-2 показан контроллер NI cDAQ-9133/9135/9137.

Рисунок 1-1. Контроллер NI cDAQ-9132/9134/9136



- | | |
|---|--|
| 1 Светодиоды POWER, STATUS, USER1 и USER2 | 9 Кнопка USER1 |
| 2 Разъем NI-XNET CAN/LIN (только для cDAQ-9134) | 10 Сменная SD-карта памяти и отверстия для крепления крышки слота SD-карты |
| 3 Порты RJ-45 Ethernet 1 и 2 | 11 Светодиоды SD ACT и SD IN USE |
| 4 Светодиоды ACT/LINK и 10/100/1000 Ethernet | 12 Последовательный порт RS-232 |
| 5 Разъем питания | 13 Разъем SMB PFI 0 |
| 6 Установленный модуль ввода/вывода C-серии. | 14 Разъем Mini DisplayPort |
| 7 Слоты для модулей | 15 Хост-порты USB, крепление распоркой |
| 8 Кнопка сброса CMOS | 16 Порт устройства USB, крепление скобой |
| 9 Винт заземления шасси | 17 Кнопка сброса RESET |
| | 18 Кнопка питания |

Рисунок 1-2. Контроллер NI cDAQ-9133/9135/9137



- | | |
|---|--|
| 19 Светодиоды POWER, STATUS, USER1 и USER2 | 27 Кнопка USER1 |
| 20 Разъем NI-XNET CAN/LIN (только для cDAQ-9134) | 28 Сменная SD-карта памяти и отверстия для крепления крышки слота SD-карты |
| 21 Порты RJ-45 Ethernet 1 и 2, Светодиоды ACT/LINK и 10/100/1000 Ethernet | 29 Светодиоды SD ACT и SD IN USE |
| 22 Разъем питания | 30 Последовательный порт RS-232 |
| 23 Установленный модуль ввода/вывода C-серии. | 31 Разъем SMB PFI 0 |
| 24 Слоты для модулей | 32 Разъем Mini DisplayPort |
| 25 Кнопка сброса CMOS | 33 Хост-порты USB, крепление распоркой |
| 26 Винт заземления шасси | 34 Порт устройства USB, крепление скобой |
| | 35 Кнопка сброса RESET |
| | 36 Кнопка питания |

Правила техники безопасности



Внимание Не используйте контроллер NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137 способом, отличным от приведенного в настоящем документе. Неправильное использование продукта может быть опасным. Вы можете нарушить встроенную защиту изделия, если изделие будет любым образом повреждено. При повреждении продукта верните его в National Instruments для ремонта.



Примечание Поскольку некоторые модули ввода-вывода обладают более жесткими стандартами сертификации, чем контроллер NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137, на систему, состоящую из контроллера и модулей, могут действовать ограничения отдельных компонентов. За более подробной информацией обратитесь к документации на контроллер cDAQ.



Горячая поверхность Такой символ означает, что компонент может быть горячим. Прикосновение к этому компоненту может привести к травме.

Электромагнитная совместимость

Данный продукт протестирован и соответствует требованиям и ограничениям нормативных документов по электромагнитной совместимости (ЕМС), приведенным в технических характеристиках продукта. Эти требования и ограничения предоставляют достаточную защиту от вредных помех при эксплуатации продукта в надлежащей электромагнитной среде.

Продукт предназначен для использования в промышленных условиях. Однако в случае если продукт подключен к периферийному устройству или испытываемому объекту, могут возникнуть вредные помехи. Для минимизации помех от теле- и радиосигналов и предотвращения неприемлемого ухудшения характеристик, устанавливайте и используйте данный продукт в строгом соответствии с инструкциями, приведенными в настоящем документе.

Кроме того, любые внесенные в продукт модификации, не одобренные в явном виде National Instruments, могут лишить вас права эксплуатировать продукт согласно местным нормативным правилам.



Внимание Для обеспечения указанных характеристик электромагнитной совместимости при установке продукта пользователю необходимо учитывать особые факторы или устанавливать дополнительные устройства. Обратитесь к разделам [Установка контроллера cDAQ для Windows](#) или [Установка контроллера cDAQ для LabVIEW Real-Time](#) для получения дополнительной информации.



Внимание Для обеспечения соответствия указанной электромагнитной совместимости используйте данный продукт только с экранированными кабелями и аксессуарами. Обратите внимание, что входные кабели питания постоянного тока могут быть не экранированы.



Внимание Чтобы гарантировать указанные характеристики электромагнитной совместимости, не подключайте вход V2 к сети питания постоянного тока или к любому источнику питания, требующему кабель длиной более 3 м (10 футов). Питание от сети постоянного тока – это локальная сеть питания в вашем здании или участке.



Внимание Для обеспечения указанных характеристик электромагнитной совместимости длина всех кабелей, подключенных к портам видео и USB не должна превышать 3 м (10 футов). Длина любого кабеля, подключенного к порту RS-232 не должна превышать 30 м (100 футов).



Внимание Порт устройства USB предназначен только для конфигурирования устройства, разработки приложений, отладки и обслуживания.

Особые указания для морских применений

Некоторые изделия включены в регистр Ллойда (Lloyd's Register Type) и могут быть использованы в морских приложениях. Чтобы проверить наличие сертификата регистра Ллойда, посетите страницу ni.com/certification либо поищите знак регистра Ллойда на вашем продукте.



Внимание Для соблюдения требований по излучению радиоволн в приложениях морского назначения, установите систему в экранированный бокс с экранированными и/или фильтрованными портами питания и ввода-вывода. Кроме того, примите меры предосторожности при проектировании, выборе и установке измерительных зондов и кабелей, чтобы обеспечить требуемый уровень электромагнитной совместимости.

Значения символов на изделии

На вашем контроллере CDAQ изображены следующие символы.



Внимание Когда на продукте изображен этот символ, обратитесь к разделу *Правила техники безопасности* для получения информации о требуемых мерах предосторожности.



ESD Если на изделии изображен такой символ, изделие может быть повреждено при воздействии электростатического разряда (ESD) на контакт разъема любого порта ввода-вывода. Для предотвращения повреждений применяйте стандартные промышленные меры по предотвращению попадания электрического разряда во время установки, обслуживания и работы.



Пользователям ЕС По истечении срока службы любая продукция *должна быть* отправлена в центр по переработке электрического и электротехнического оборудования (WEEE). Для получения информации о WEEE центрах, инициативах National Instruments по WEEE, а также о соответствии с Директивой WEEE 2002/96/EC обратитесь на сайт ni.com/environment/weee.



中国客户 National Instruments 符合中国电子信息产品中限制使用某些有害物质指令 (RoHS). 关于 National Instruments 中国 RoHS 合规性信息, 请登录 ni.com/environment/rohs_china. (Для получения информации о директиве по ограничению вредных веществ в Китае, обратитесь на страницу ni.com/environment/rohs_china.)



Директива о батареях Данное устройство содержит миниатюрный элемент питания с длительным сроком службы. При необходимости его заменить, воспользуйтесь разрешением на возврат материалов (RMA) или свяжитесь с авторизованным представителем National Instruments. Для получения дополнительной информации о соответствии директиве о батареях, аккумуляторах и их утилизации EU Battery Directives 2006/66/EC, посетите страницу ni.com/environment/batterydirective.

Распаковка

Контроллер cDAQ поставляется в антистатической упаковке для предотвращения электростатических разрядов (ESD). ESD может повредить некоторые компоненты устройства.



Внимание *Никогда* не прикасайтесь к незащищенным контактам разъемов.

Во избежание повреждения от электростатического разряда примите следующие меры предосторожности при работе с устройством:

- Заземлите себя с помощью заземляющего браслета или коснувшись заземленного объекта.
- Прикоснитесь антистатической упаковкой к металлической части шасси вашего компьютера перед извлечением устройства из упаковки.

Извлеките устройство из упаковки и проверьте его на предмет разболтавшихся компонентов или любых признаков повреждений. При обнаружении любых повреждений уведомите NI. Не устанавливайте поврежденное устройство в ваш компьютер или контроллер.

Когда устройство не используется, храните его в антистатической упаковке.

Установка контроллера cDAQ для Windows

(NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137 для Windows)

NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137 для Windows поставляется с заранее загруженной Windows Embedded Standard 7 (WES7), LabVIEW (пробной версией), и драйвером NI-DAQmx. NI cDAQ-9134/9135 для Windows также поставляется с загруженным программным обеспечением NI-XNET. Шасси cDAQ и модули ввода-вывода C-серии упакованы по отдельности.

Вам потребуется следующие предметы для установки контроллера NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137 для Windows:

- Разъем питания (упакован вместе с контроллером cDAQ)
- Ферриты (упакованы вместе с контроллером cDAQ)
- Отвертка (упакована вместе с контроллером cDAQ)
- Источник питания
- Монитор
- Кабель совместимый с mini DisplayPort (и адаптер, при необходимости)
- Мышь и клавиатура
- Отвертки Phillips №1 и №2
- Модуль(-и) C-серии.



Примечание В таблице 1-1 перечислены самые ранние поддерживаемые версии драйверов для каждого контроллера cDAQ для Windows.

Таблица 1-1. Поддерживаемые версии NI-DAQmx

Контроллер cDAQ	Самая ранняя поддерживаемая версия
NI cDAQ-9132/9134 для Windows	NI-DAQmx 14.0
NI cDAQ-9133/9135 для Windows	NI-DAQmx 14.5
NI cDAQ-9136/9137 для Windows	NI-DAQmx 15.1

Драйвера NI-DAQmx заранее загружены в ваш контроллер cDAQ, а также доступны для скачивания с сайта ni.com/support. Документация на DAQmx доступна из меню **Пуск»Все программы»National Instruments»NI-DAQmx**.



Примечание При переустановке операционной системы контроллера cDAQ должно быть также переустановлено все программное обеспечение.

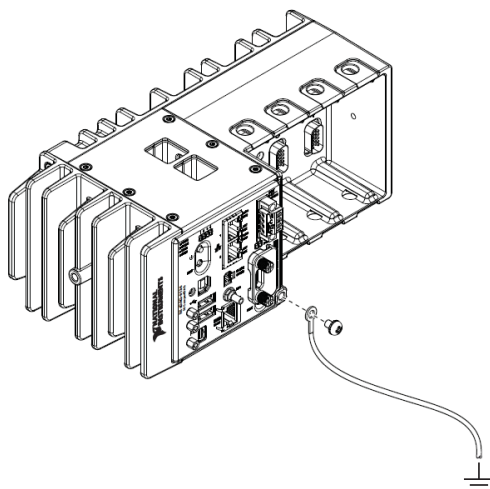
Обратитесь к рисункам 1-1, 1-2, или 1-3 при выполнении следующих шагов сборки.

1. (опционально) Смонтируйте контроллер cDAQ на панель, стену, стойку или DIN-рейку или воспользуйтесь комплектом для установки на столе, как описано в разделе [Установка контроллера cDAQ](#)
2. Подключите видеомонитор к разъему mini DisplayPort с помощью кабеля (и адаптера, при необходимости). Обратитесь к разделу [Разъем Mini DisplayPort](#) для получения дополнительной информации об этом разъеме.
3. Включите питание монитора.
4. Подключите USB-клавиатуру и мышь к хост-портам USB контроллера cDAQ. Воспользуйтесь одним из ферритов для обоих кабелей USB, как описано в разделе [Хост-порты USB](#).
5. Закрепите кольцевую клемму на проводник 1.31 мм² (16 AWG) или больше. Удалите винт заземления из терминала заземления на передней панели. Закрепите кольцевую клемму на терминале заземления и закрутите винт заземления с моментом 0.5 Н · м (4.4 фунта · дюйм). Прикрепите второй конец проводника к заземлению шасси с помощью подходящего для приложения метода, как показано на рисунке 1-3. Обратитесь к разделу [Винт заземления шасси](#) для получения дополнительной информации о заземлении.



Примечание При использовании экранированного кабеля для подключения к модулям С-серии с пластмассовым разъемом необходимо соединить экран кабеля с контактом заземления шасси, используя провод с сечением 1.31 мм² (16 AWG) или больше. Для лучшей электромагнитной совместимости используйте наиболее короткий проводник.

Рисунок 1-3. Кольцевая клемма монтируется на терминал заземления



Примечание Убедитесь, что к модулю со стороны ввода-вывода не подключено питание. Если контроллер находится в зоне без повышенной опасности, можно устанавливать модули в шасси при включенном питании.

6. Выровняйте модуль в слоте контроллера cDAQ.
7. Сожмите обе защелки, вставьте модуль в слот и надавливайте на модуль со стороны разъема, пока обе защелки не зафиксируют модуль на месте.
Повторите шаги 6 и 7 для установки дополнительных модулей.
8. Подключите внешний источник питания и установите оставшиеся ферриты, как описано в разделе [Подключение питания контроллера cDAQ](#). Для контроллера cDAQ нужен внешний источник питания, удовлетворяющий техническим характеристикам, приведенным в одноименном документе на ваш контроллер.
9. Включите внешний источник питания.

При включении питания загорается светодиод POWER, а контроллер проводит самодиагностику по включению питания (POST). По завершении процедуры POST загружается операционная система.

10. Выполните действия Set Up Windows, отображаемые на экране монитора.
Windows подготовит ваш рабочий стол.
11. Подключите модуль C-серии, как описано в документации на модуль, доступной на странице ni.com/manuals.
12. Выполните самопроверку вашего контроллера в Measurement & Automation Explorer (NI MAX). Для этого дважды щелкните по иконке NI MAX на рабочем столе, чтобы открыть MAX. Разверните раздел **Devices and Interfaces**, щелкните правой кнопкой **NI cDAQ-<номер модели>**, и выберите **Self-Test**. Самопроверка выполняет короткий тест для определения успешности установки контроллера.

13. Запустите тестовую панель в MAX, раскрыв категорию **Devices and Interfaces»NI cDAQ-<номер модели>**, щелкнув правой кнопкой мыши по названию модуля, который вы собираетесь тестировать, и выбрав **Test Panels** для того, чтобы открыть панель тестирования выбранного модуля.

Если на экране тестовой панели появляется сообщение об ошибке, перейдите на сайт ni.com/support.

Начинающие пользователи могут просмотреть и использовать Voltage - Continuous Input VI, доступный в Поисковике примеров LabVIEW Example Finder. Опытные пользователи могут использовать примеры проектов LabVIEW Finite Measurement (NI-DAQmx) и Continuous Measurement and Logging (NI-DAQmx).



Внимание Отключение питания без завершения работы контроллера cDAQ может повредить встроенный системный диск Windows. Для получения информации о повышении устойчивости системы Windows перейдите на сайт ni.com/info и введите информационный код `extxxx`.



Примечание В процессе эксплуатации контроллер cDAQ может стать на ощупь теплым. Это нормально.



Примечание Поведение в сети определяется сетевыми драйверами Windows. Обратитесь к документации Windows для получения информации о настройке IP-адреса.

Установка контроллера cDAQ Controller для LabVIEW Real-Time

(NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137 для LabVIEW Real-Time)

В контроллере NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137 для LabVIEW Real-Time есть жесткий диск, отформатированный под LabVIEW Real-Time. Контроллер cDAQ и модули ввода-вывода C-серии упакованы по отдельности.

Вам потребуется следующие предметы для установки контроллера NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137 для LabVIEW Real-Time:

- Разъем питания (упакован вместе с контроллером cDAQ)
- Кабель USB (упакован вместе с контроллером cDAQ)
- Ферриты (упакованы вместе с контроллером cDAQ)
- Отвертка (упакована вместе с контроллером cDAQ)
- Хост-компьютер под управлением Windows (проверьте файлы Readme драйверов и ADE на совместимость версий)
- LabVIEW
- LabVIEW Real-Time
- Драйвер NI-DAQmx (упакован вместе с контроллером cDAQ)
- **(NI cDAQ-9134/9135)** Программное обеспечение NI-XNET (упаковано вместе с контроллером cDAQ)
- Источник питания
- Отвертки Phillips №1 и №2
- Модуль (-и) C-серии.

Обратитесь к рисункам 1-1, 1-2, или 1-3 при выполнении следующих этапов сборки.

- 1. Установите LabVIEW на хост-компьютер в соответствии документе *LabVIEW Installation Guide*.
- 2. Установите LabVIEW Real-Time на хост-компьютер в соответствии документом *LabVIEW Real-Time Module Release and Upgrade Notes*.
- 3. Установите драйвер NI-DAQmx на хост-компьютер в соответствии документом *Read Me First: NI-DAQmx and DAQ Device Installation Guide*.



Примечание В таблице 1-2 перечислены самые ранние поддерживаемые версии драйверов для каждого контроллера cDAQ для LabVIEW Real-Time.

Таблица 1-2. Поддерживаемые версии ПО NI-DAQmx

Контроллер cDAQ	Самая ранняя поддерживаемая версия
NI cDAQ-9132/9134 для LabVIEW Real-Time	NI-DAQmx 14.1
NI cDAQ-9133/9135 для LabVIEW Real-Time	NI-DAQmx 14.5
NI cDAQ-9136/9137 для LabVIEW Real-Time	NI-DAQmx 15.1

Программное обеспечение NI-DAQmx находится на диске, поставляемом с вашим комплектом, а также доступно для скачивания с сайта ni.com/support.

Документация NI-DAQmx доступна после установки из меню **Пуск»Все программы»National Instruments»NI-DAQmx**

- 4. **(NI cDAQ-9134/9135)** Установите NI-XNET на хост-компьютер, в соответствии документом *NI-XNET Hardware and Software Installation Guide*.



Примечание В таблице 1-3 перечислены самые ранние поддерживаемые версии драйверов для каждого контроллера cDAQ для LabVIEW Real-Time.

Таблица 1-3. Поддерживаемые версии NI-XNET

Контроллер cDAQ	Самая ранняя поддерживаемая версия NI-XNET
NI cDAQ-9134 для LabVIEW Real-Time	NI-XNET 14.1
NI cDAQ-9135 для LabVIEW Real-Time	NI-XNET 14.1

- 5. Включите хост-компьютер.
- 6. (Опционально) Смонтируйте контроллер cDAQ на панель, стену, стойку или DIN-рейку, либо воспользуйтесь комплектом для установки на столе, как описано в разделе [Установка контроллера cDAQ](#)
- 7. Закрепите кольцевую клемму на проводник 1.31 мм² (16 AWG) или больше. Удалите винт заземления из терминала заземления на передней панели. Закрепите кольцевую клемму на терминале заземления и закрутите винт заземления с моментом 0.5 Н · м (4.4 фунта · дюйм). Прикрепите второй конец проводника к заземлению шасси с помощью подходящего для приложения метода, как показано на рисунке 1-3. Обратитесь к разделу [Винт заземления шасси](#) для получения дополнительной информации о заземлении.



Примечание При использовании экранированного кабеля для подключения к модулям С-серии с пластмассовым разъемом необходимо соединить экран кабеля с контактом заземления шасси, используя провод с сечением 1.31мм² (16 AWG) или больше. Для лучшей электромагнитной совместимости используйте наиболее короткий проводник.



Примечание Убедитесь, что к модулю со стороны ввода-вывода не подключено питание. Если контроллер находится в зоне без повышенной опасности, можно устанавливать модули в шасси при включенном питании.

8. Выровняйте модуль в слоте контроллера cDAQ.
9. Сожмите обе защелки, вставьте модуль в слот и надавливайте на модуль со стороны разъема, пока обе защелки не зафиксируют модуль на месте.
Повторите шаги 8 и 9 для установки дополнительных модулей.
10. Подключите внешний источник питания и установите оставшиеся ферриты, как описано в разделе [Подключение питания контроллера cDAQ](#). Для контроллера cDAQ нужен внешний источник питания, удовлетворяющий техническим характеристикам, приведенным в одноименном документе на ваш контроллер.
11. Включите внешний источник питания.
При включении питания загорается светодиод POWER, а контроллер проводит самодиагностику по включению питания (POST). По завершении процедуры POST загружается операционная система.
12. При помощи кабеля USB A-to-B (входит в комплект поставки) подключите порт устройства USB контроллера cDAQ к USB-порту хост-компьютера.



Примечание National Instruments требует использования защелкивающегося кабеля USB, например, с номером изделия 157788-01, для удовлетворения характеристик данного продукта по ударам и вибрациям.

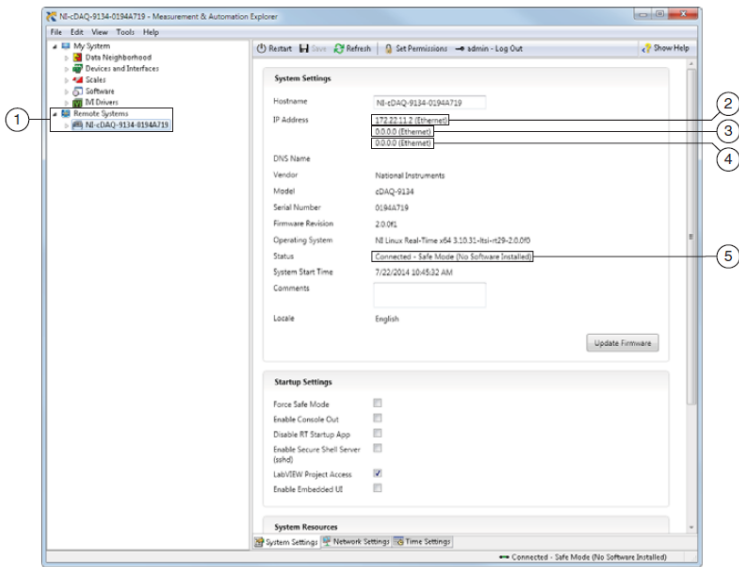


Примечание В качестве альтернативы вы можете подключить контроллер cDAQ к хост-компьютеру с помощью порта 1 Ethernet RJ-45. Обратитесь к разделу [Подключение к сети через порт Ethernet](#) для получения дополнительной информации.

13. Подключите модуль С-серии, как указано в его документации.
14. Запустите Measurement & Automation Explorer (MAX), дважды щелкнув по иконке NI MAX на рабочем столе хост-компьютера. Разверните пункт **Remote Systems** и выберите **NI-cDAQ<номер модели>-<серийный номер>**.

Щелкните по закладке **System Settings** и убедитесь, что в поле System State отображается **Connected - Safe Mode (No Software Installed)**.

Рисунок 1-4. Системные настройки контроллера cDAQ в MAX

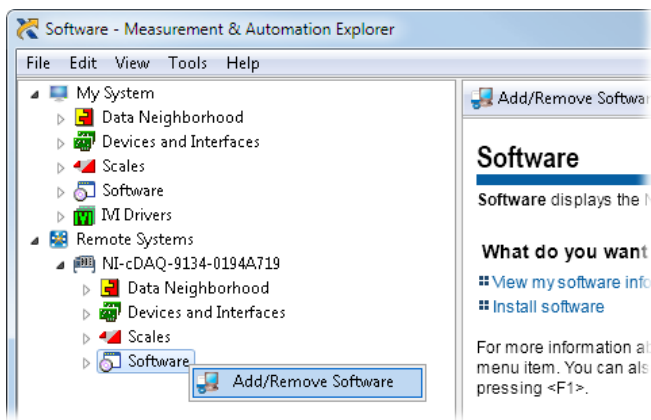


- | | | | |
|---|--|---|---------------------------|
| 1 | Контроллер cDAQ в разделе Remote Systems | 4 | IP-адрес порта 2 Ethernet |
| 2 | IP-адрес порта устройства USB | 5 | Статус контроллера |
| 3 | IP-адрес порта 1 Ethernet | | |



Примечание Если вы подключаетесь через порт Ethernet RJ-45 вместо порта устройства USB и не можете найти вашу систему в дереве конфигурации MAX, обратитесь к разделу [Решение проблем с сетевыми подключениями в контроллере LabVIEW Real-Time](#).

15. Разверните пункт **NI-cDAQ<номер модели>-<серийный номер>**. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Software** и выберите **Add/Remove Software**.

Рисунок 1-5. Добавление программного обеспечения с помощью MAX

16. Щелкните по кнопке **OK** в окне Log In. По умолчанию установлен пустой пароль.
17. В открывшемся окне выберите **NI-DAQmx**, а затем **Install the feature**. Требуемые зависимые компоненты будут выбраны автоматически.
18. (**ni cDAQ-9134/9135**) Выберите **NI-XNET**, а затем **Install the feature**.
19. Щелкните **Next** для подтверждения требуемых программных компонентов.
20. Щелкните **Next** для начала установки. После завершения установки контроллер cDAQ выполняет перезагрузку.
21. Щелкните по кнопке **Finish**.
22. В MAX разверните пункт **Remote Systems** и выберите **NI-cDAQ<номер модели>-<серийный номер>**. Щелкните по закладке **System Settings** и убедитесь, что в поле System State отображается **Connected - Running**.
23. Выполните самопроверку вашего контроллера в MAX, раскрыв меню **NI-cDAQ<номер модели>-<серийный номер>»Devices and Interfaces**. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **NI cDAQ-<номер модели>** и выберите **Self-Test**. Самопроверка выполняет короткий тест для определения успешности установки контроллера.
24. Запустите в MAX тестовую панель, раскрыв категорию **NI-cDAQ<номер модели>-<серийный номер>»Devices and Interfaces»NI cDAQ-<номер модели>**, щелкнув правой кнопкой мыши по названию модуля, который вы собираетесь тестировать, и выбрав **Test Panels** для того, чтобы открыть тестовые панели выбранного модуля.

Если на экране тестовой панели появляется сообщение об ошибке, перейдите на сайт ni.com/support.

Начинающие пользователи могут просмотреть и использовать Voltage - Continuous Input VI, доступный в Поисковике примеров LabVIEW Example Finder. Опытные пользователи могут использовать примеры проектов LabVIEW: LabVIEW Real-Time Control (NI-DAQmx) и LabVIEW Waveform Acquisition and Logging (NI-DAQmx).



Примечание Вы можете задать сетевые настройки с помощью MAX на хост-компьютере. За информацией обратитесь к разделу *LabVIEW Real-Time Target Configuration* справки *Measurement & Automation Explorer Help*.



Примечание Вы можете настроить контроллер cDAQ на запуск встроенного автономного приложения LabVIEW RT при каждой загрузке контроллера. Обратитесь к разделу *Building and Deploying a Stand-Alone Real-Time Application* справки *LabVIEW Real-Time Module Help* для получения дополнительной информации о приложениях, запускаемых при загрузке операционной системы.

Подключение к сети через порт Ethernet

(NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137 для LabVIEW Real-Time) Для подключения шасси cDAQ к сети Ethernet используйте экранированный прямой кабель категории 5¹. Подключите один конец кабеля к порту 1 Ethernet RJ-45 контроллера, а второй – непосредственно к вашему компьютеру или любому сетевому подключению в той же подсети, что и ваш компьютер. Обратитесь к разделу *Кабели Ethernet* для получения дополнительной информации о кабелях Ethernet.



Внимание Для предотвращения потерь данных и обеспечения целостности вашей сети, *не используйте* кабель длиной более 100 м.

При включении питания контроллер cDAQ попытается инициировать подключение DHCP к сети. Если контроллер cDAQ не сможет получить IP-адрес, он подключится к сети при помощи IP-адреса link-local в формате 169.254.x.x. Хост-компьютер обменивается данными с контроллером cDAQ через стандартное подключение Ethernet.

Решение проблем с сетевыми подключениями в контроллере LabVIEW Real-Time

(NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137 для LabVIEW Real-Time) Если контроллер cDAQ не выполняет обмен данными по сети, вы можете выполнить следующие шаги для решения проблемы.



Примечание Пользователям Windows XP может потребоваться вручную установить драйвер USB на хост-компьютере. Драйвер USB находится в папке `National Instruments\CompactRIO\Staging\USBLAN`.

1. Используйте кабель USB A-to-B для подключения порта USB устройства контроллера cDAQ, показанного на рисунке 1-1, к USB-порту хост-компьютера.

При подключении контроллера cDAQ к хост-компьютеру драйвер USB создает виртуальную сетевую карту и назначает контроллеру IP-адрес в формате 172.22.11.x.

¹ Вы можете использовать экранированный прямой кабель Ethernet категории 5 или кроссовый кабель Ethernet для непосредственного подключения шасси cDAQ к вашему компьютеру.

2. Запустите MAX. Разверните пункт **Remote Systems** и выберите **NI-cDAQ<номер модели>-<серийный номер>**. Задайте IP и другие сетевые настройки в MAX.
3. (Опционально) На этом этапе в качестве альтернативы вы можете подключить контроллер cDAQ к хост-компьютеру с помощью порта 1 Ethernet RJ-45. При включении питания контроллер cDAQ попытается инициировать DHCP подключение к сети. Если контроллер cDAQ не сможет получить IP-адрес, он подключится к сети при помощи IP-адреса link-local в формате 169.254.x.x. Хост-компьютер обменивается данными с контроллером cDAQ через стандартное подключение Ethernet.

Если проблемы с сетью не исчезли, выполните следующие шаги.

1. Нажмите кнопку RESET на пять секунд и отпустите ее. Светодиод STATUS включится и начнет мигать три раза каждые несколько секунд. Контроллер теперь находится в безопасном режиме с разрешенным выходом последовательного порта. Вы можете использовать терминал последовательного порта RS-232 для считывания IP-адреса контроллера или можете подключить монитор к порту mini DisplayPort для просмотра IP-адреса.
2. Для создания нового DHCP подключения нажмите кнопку RESET на пять секунд и отпустите ее. Светодиод STATUS будет вести себя так же, как описано выше. Контроллер cDAQ попытается установить новое DHCP подключение. Если это не удастся, будет назначен link-local IP-адрес. Если DHCP-подключение выполнено успешно и подходит для вашего приложения, перейдите к пункту 4.
3. Запустите MAX. Разверните пункт **Remote Systems** и выберите **NI-cDAQ<номер модели>-<серийный номер>**. Настройте IP и другие сетевые настройки в MAX.
4. Нажмите и отпустите кнопку RESET для перезагрузки контроллера.

Для получения дополнительной информации о решении проблем с сетевыми подключениями обратитесь к разделу *MAX Remote Systems Help or Finding a Network DAQ Device in MAX* справки *Measurement & Automation Explorer Help*.

Подключение питания к контроллеру cDAQ

Для контроллера cDAQ нужен внешний источник питания, удовлетворяющий техническим характеристикам, приведенным в разделе *Требования к питанию* документе с техническими характеристиками вашего контроллера. Некоторые варианты источников питания NI перечислены в таблице 1-10. Контроллер cDAQ фильтрует и регулирует поданное напряжение питания и предоставляет питание для всех модулей. У контроллера cDAQ есть основной вход питания V1 и дополнительный вход питания V2. Светодиод POWER на передней панели указывает на используемый вход питания. Когда светодиод зеленый, используется вход V1; когда светодиод желтый, используется вход V2.



Внимание Не подключайте контакт V2 к питанию от сети постоянного тока или к любому источнику питания, требующему кабель длиной более 3 м (10 футов). Питания от сети постоянного тока – это питание от местной электросети в вашем здании или участке.

Для подключения источника питания к контроллеру cDAQ выполните следующие шаги.

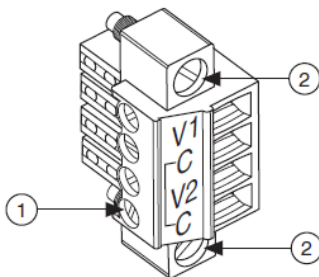
1. Убедитесь, что источник питания выключен.
2. Установите феррит (шифр изделия National Instruments 711849-01, входит в комплект поставки) параллельно проводникам от отрицательного и положительного полюса источника питания на расстоянии примерно от 50 до 75 мм (от 2 до 3 дюймов.) от концов выводов со стороны контроллера cDAQ, как показано на рисунке 1-6.

Рисунок 1-6. Установки феррита на выводы кабеля питания



3. Ослабьте винты на фланцах разъема питания и отсоедините этот разъем от контроллера cDAQ. На рисунке 1-7 показаны винтовые клеммы, в которые монтируются проводники, и винты на фланцах, которыми разъем питания к крепится передней панели.

Рисунок 1-7. Штыревой разъем питания с винтовыми клеммами



1 Винт клеммы

2 Винт фланца разъема



Внимание Не затягивайте и не ослабляйте винтовые клеммы на разъеме питания при включенном питании.

4. Подключите положительный вывод основного источника питания к контакту V1 разъема питания и затяните винт клеммы.
5. Подключите отрицательный вывод основного источника питания к одному из контактов C разъема питания и затяните винт клеммы.
6. Опционально вы можете подключить положительный вывод вторичного источника питания к контакту V2, а отрицательный – к другому контакту C.
7. Вставьте разъем питания в ответную часть на передней панели контроллера cDAQ и затяните винты фланцев разъема.
8. Включите внешний(-е) источник(-и) питания.

Контроллер cDAQ использует V1, если напряжение между V1 и С больше или равно 9 В. Если напряжение между V1 и С падает ниже 9 В, контроллер переключается на V2. Если напряжение между V2 и С меньше 9 В, функционирование может быть прервано.



Примечание Если контроллер cDAQ использует V1, а к V2 подключен вторичный источник питания, через V2 протекает небольшой ток утечки. Его значение зависит от напряжения между V2 и С. Обратитесь к разделу *Требования к питанию* технических характеристик вашего контроллера cDAQ за информацией о номинальных значениях тока утечки.

Если источник питания подключен к разъему питания длинными проводниками с высоким сопротивлением постоянному току, напряжение на разъеме питания может оказаться значительно ниже номинального напряжения источника питания.

Контакты С внутри контроллера соединены друг с другом, но не подключены к контакту заземления шасси. Вы можете соединить контакты С с контактом заземления шасси снаружи. Обратитесь к разделу *Требования к питанию* в документе с техническими характеристиками вашего контроллера cDAQ за получением информации о диапазоне напряжений питания на входных контактах контроллера. В этом же документе в разделе *Безопасные напряжения* приведена информация о максимальном напряжении между контактом разъема питания и заземлением шасси.

Выключение питания контроллера cDAQ

Существует два метода безопасного отключения питания контроллера cDAQ:

- **Кнопка питания** – нажмите и отпустите кнопку питания, показанную на рисунках 1-1 или 1-2 для выключения питания контроллера cDAQ. Действия по умолчанию контроллера cDAQ настраиваются в BIOS и в операционной системе Windows.
- **Программное обеспечение Windows** – вы можете выключить питание контроллера cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137 для Windows из меню "Пуск" Windows.



Внимание Отключение питания без завершения работы контроллера cDAQ может повредить встроенный системный диск Windows. Для получения информации о повышении устойчивости системы Windows перейдите на сайт ni.com/info и введите информационный код extxxx.

Варианты запуска контроллера

(NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137 для LabVIEW Real-Time) Вы можете задать опции запуска контроллера в MAX. Выберите контроллер в категории **Remote Systems** в дереве конфигурации MAX и перейдите на закладку **System Settings**. Вы можете настроить следующие опции на закладке **Startup Settings**.

- **Safe Mode** – перезагрузка контроллера с такой настройкой приводит к тому, что контроллер не запускает LabVIEW RT и любые стартовые приложения. В безопасном режиме контроллер запускает только службы, необходимые для обновления конфигурации и установки программного обеспечения
- **Console Out** – перезагрузка контроллера при такой настройке переведет консольный

выход на последовательный порт RS-232. Вы можете использовать программу-терминал последовательного порта, чтобы считать IP-адрес и версию прошивки программного обеспечения контроллера. Используйте нуль-модемный кабель для подключения последовательного порта RS-232 к компьютеру. Убедитесь, что программа-терминал последовательного порта настроена следующим образом:

- 115200 бит/с
- 8 битов данных
- Без паритета
- 1 стоп-бит
- Без управления потоком
- **Disable RT Startup App** – перезагрузка контроллера с такой настройкой не даст запуститься стартовым приложениям LabVIEW.
- **Enable Secure Shell (SSH) Logins** – перезагрузка контроллера с такой настройкой запускает `sshd` на контроллере. Запуск `sshd` включает авторизацию по SSH, зашифрованному протоколу обмена данными. Для получения информации о SSH перейдите на страницу ni.com/info и введите информационный код `openssh`.
- **Embedded User Interface** – вы можете использовать единственный VI реального времени для интерактивной разработки и интерфейса пользователя, и логики работы системы. Для получения дополнительной информации обратитесь к разделу *Using the Embedded UI to Access RT Target VIs* справки *LabVIEW Help*.

Извлечение модулей из контроллера cDAQ

Для извлечения модуля C-серии из контроллера cDAQ выполните следующие шаги.

1. Убедитесь, что к разъемам ввода-вывода модуля не подключено питание. Если система не находится в зоне повышенной опасности, можно извлекать модули в шасси при включенном питании.
2. Нажмите на защелки с обеих сторон модуля и извлеките модуль из шасси.

Монтаж контроллера cDAQ

Вы можете смонтировать контроллер cDAQ на рабочей поверхности стола, на панели, на стене, на DIN-рейке или в стойке. Информацию для заказа монтажных аксессуаров обратитесь к разделу цен на странице вашего контроллера cDAQ на сайте ni.com.



Примечание Контроллер cDAQ разработан и протестирован для различных способов монтажа. Различные варианты ориентации и конфигурации монтажа могут снизить максимально допустимую рабочую температуру окружающей среды и повлиять на точность модулей C-серии, установленных в контроллер. Посетите страницу ni.com/info и введите информационный код `cdaqmounting` для получения дополнительной информации о монтаже и точности.

В следующих разделах содержится информация о способах монтажа. Прежде, чем приступать к монтажу, запишите серийный номер, находящийся на боковой стенке контроллера. После монтажа вы не сможете прочесть серийный номер контроллера.



Внимание Для достижения максимально допустимой рабочей температуры окружающей среды¹ необходимо монтировать контроллер горизонтально на плоскую вертикальную металлическую поверхность. Изменение ориентации контроллера или монтаж его на неметаллическую поверхность уменьшает максимально допустимую рабочую температуру окружающей среды и может повлиять на точность измерений модулей в контроллере. На рисунках 1-8 и 1-9 показан горизонтально смонтированный контроллер. Обратитесь к разделу [Монтаж контроллера cDAQ](#) за исчерпывающими инструкциями по монтажу на панели.

Измерение температуры окружающей среды производится с каждой стороны контроллера на расстоянии 63.5 мм (2.5 дюйма) от боковой поверхности и 38.1 мм (1.5 дюйма) от нижней стенки, как показано на рисунках 1-10 и 1-11.

Для получения информации о влиянии различных конфигураций установки на снижение номинальных значений температуры, посетите сайт ni.com/info и введите информационный код `cdaqmounting`.

Рисунок 1-8. NI cDAQ-9132/9134/9136, смонтированный горизонтально с комплектом для установки на панели

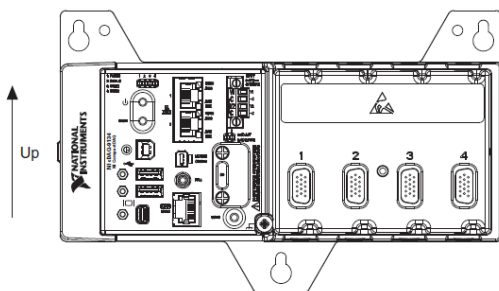
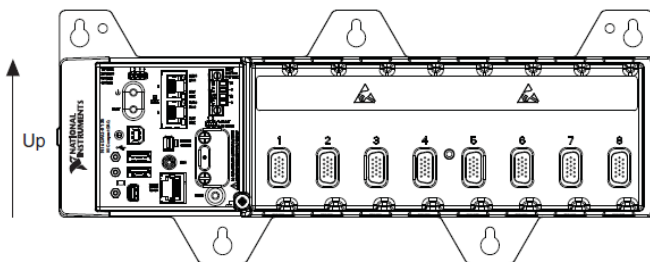
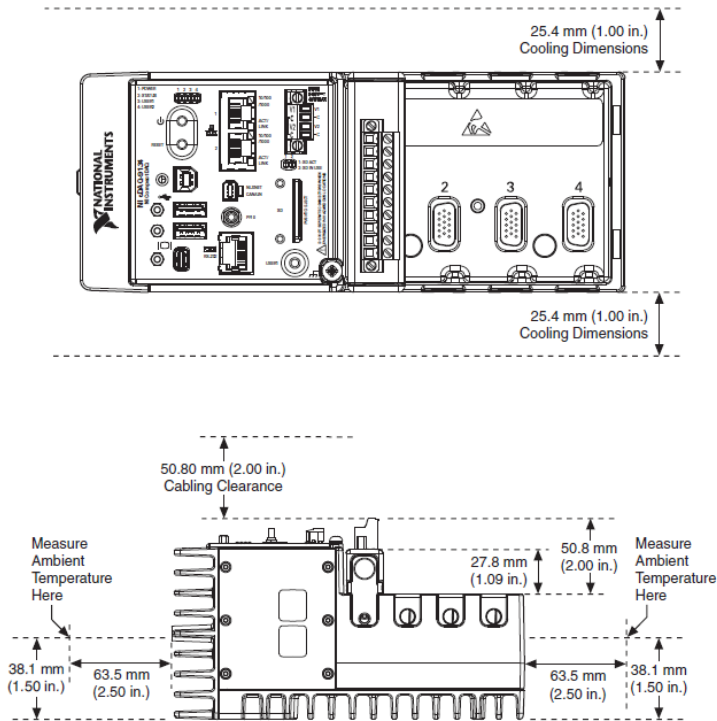


Рисунок 1-9. NI cDAQ-9133/9135/9137, смонтированный горизонтально с комплектом для установки на панели

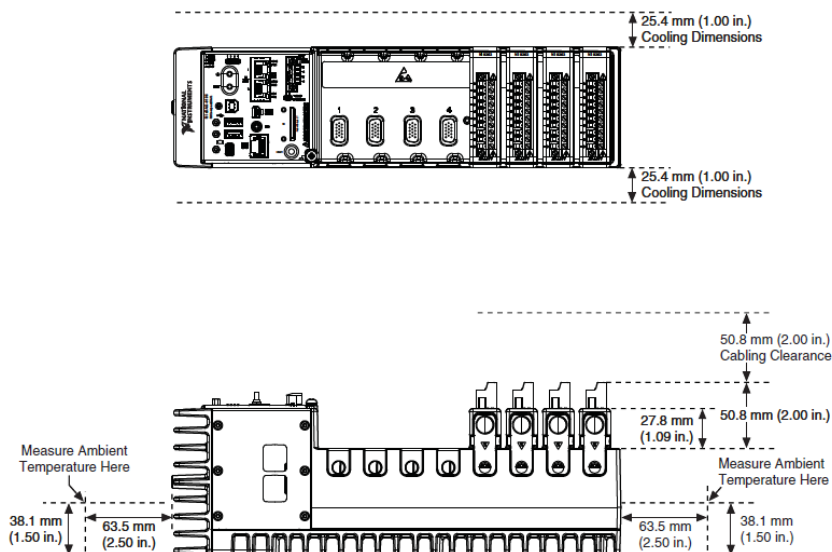


¹ Допустимый рабочий диапазон температур для cDAQ-9132/9133/9136/9137 – от -20 до 55 °C.
Допустимый рабочий диапазон температур для cDAQ-9134/9135 – от -40 до 70 °C

Рисунок 1-10. Зазоры NI cDAQ-9132/9134/9136 для охлаждения, кабелей и измерения температуры (показан NI cDAQ-9134)



Cooling Dimensions – зазоры для охлаждения, Cabling Clearance – зазоры для кабелей, Measure Ambient Temperature here – точка для измерения температуры окружающей среды

Рисунок 1-11. Зазоры NI cDAQ-9133/9135/9137 для охлаждения, кабелей и измерения

Cooling Dimensions – зазоры для охлаждения, Cabling Clearance – зазоры для кабелей, Measure Ambient Temperature here – точка для измерения температуры окружающей среды



Внимание Место установки контроллера должно соответствовать следующим требованиям к свободному пространству и зазору для кабелей, показанным на рисунках 1-10 и 1-11:

- По крайней мере, 25.4 мм (1.00 дюйма) сверху и снизу от контроллера для циркуляции воздуха.
- По крайней мере, 50.8 мм (2 дюйма) свободного пространства перед модулями для обычных кабелей, например, как 10-контактных сменных разъемов с винтовыми клеммами.

Монтаж контроллера cDAQ на панели

Непосредственная установка контроллера cDAQ на твердой поверхности рекомендуется только для приложений, подвергающихся высокому уровню ударов и вибрации.

Вы можете установить контроллер cDAQ на панель без монтажного комплекта, привинтив панель в отверстия на задней стенке контроллера. Используйте винты M4 длины, соответствующей толщине панели.

Вы можете воспользоваться комплектом NI для монтажа контроллера cDAQ на плоскую поверхность. Обратитесь к разделу [Кабели и аксессуары](#), чтобы узнать шифр аксессуаров для вашего контроллера cDAQ. Выполните следующие шаги.

1. Закрепите монтажную пластину на контроллере с помощью отвертки Phillips номер 2 и винтов М4 × 10¹. National Instruments поставляет эти винты в комплекте монтажа на панель. Затяните винты с максимальным усилием 1.3 Н · м (11.5 фунтов · дюйм).

Рисунок 1-12. Установка монтажной пластины на контроллер cDAQ (показан cDAQ-9133/9135/9137).

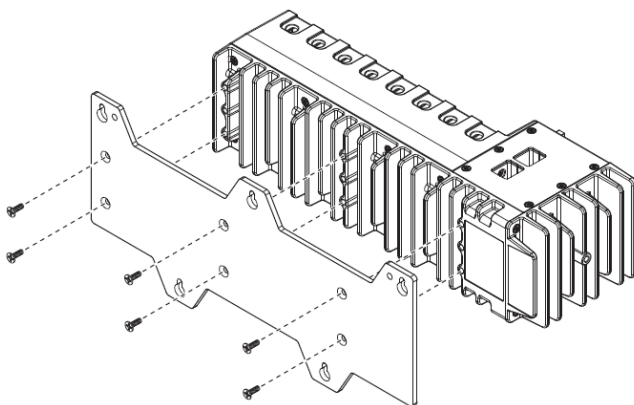
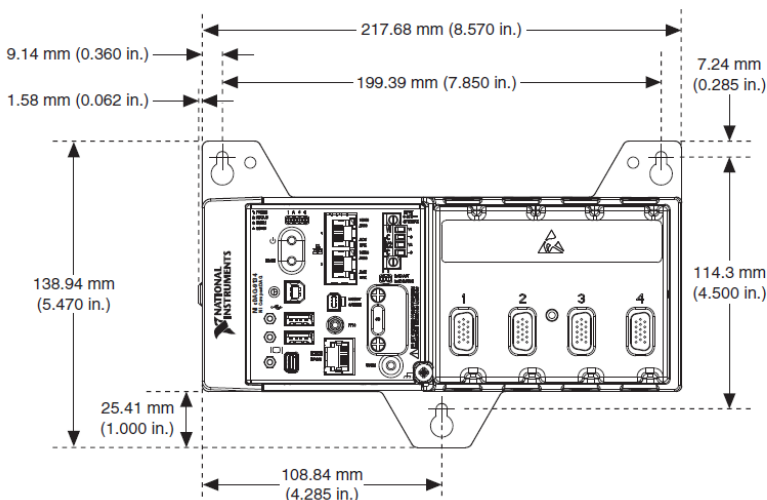
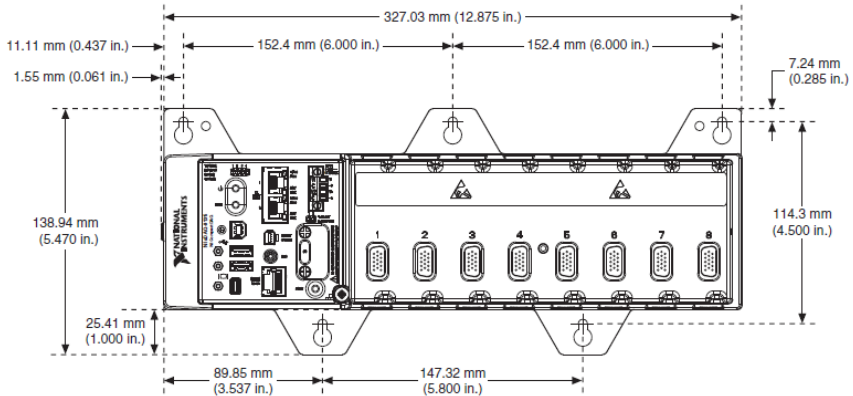


Рисунок 1-13. Размеры cDAQ-9132/9134/9136 с установленной монтажной пластиной

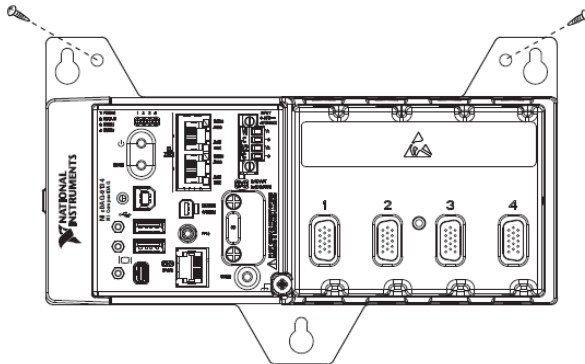


¹ Крепление монтажной пластины на NI cDAQ-9132/9134/9136 требует четыре винта.
Крепление монтажной пластины на NI cDAQ-9133/9135/9137 требует шесть винтов.

Рисунок 1-14. Размеры cDAQ-9133/9135/9137 с установленной монтажной пластиной

2. Закрепите монтажную пластину на поверхность с помощью отвертки и подходящих для поверхности винтов. Максимальный размер винта – M4 или номер 8.

Опционально вы можете использовать два дополнительных винта для крепления монтажной пластины к панели или стене наглухо, чтобы предотвратить демонтаж контроллера.

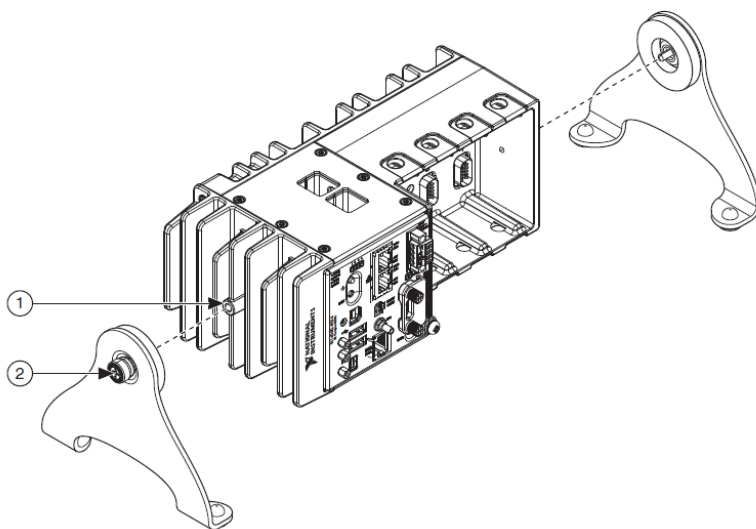
Рисунок 1-15. Крепление монтажной панели к панели или стене наглухо (показан cDAQ-9134)

Установка контроллера cDAQ на столе

Вы можете использовать монтажный комплект NI для установки контроллер cDAQ на стол. Выполните следующие шаги, чтобы прикрепить комплект NI, шифр изделия 779473-01, для установки контроллера cDAQ на стол.

1. Выровняйте один из концевых кронштейнов с крепежным отверстием относительно одной стороны контроллера, как показано на рисунке 1-16.

Рисунок 1-16. Крепление концевых кронштейнов к контроллеру
(показан cDAQ-9134)



1 Крепежные отверстия

2 Невыпадающий винт

2. С помощью отвертки Phillips номер 2 затяните невыпадающие винты на краях концевых кронштейнов.
3. Повторите пункты 1 и 2 для крепления другого концевого кронштейна ко второй стороне контроллера.



Примечание Для достижения наивысшей точности монтажа контроллера в комплект для установки на столе NI рекомендует проводить операции с контроллером, повернув сторону с модулями вперед, как показано на рисунках 1-17 и 1-18. Посетите страницу ni.com/info и введите информационный код `cdaqmounting` для получения дополнительной информации об монтаже и точности.

На рисунках 1-17 и 1-18 показаны размеры контроллера с комплектом для установки на столе.

Рисунок 1-17. Размеры cDAQ-9132/9134/9136 с комплектом для установки на стол

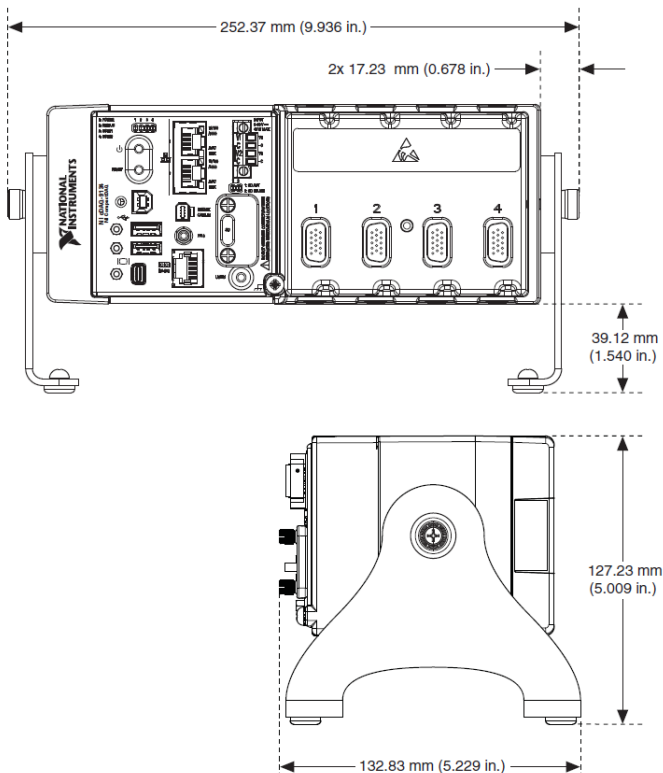
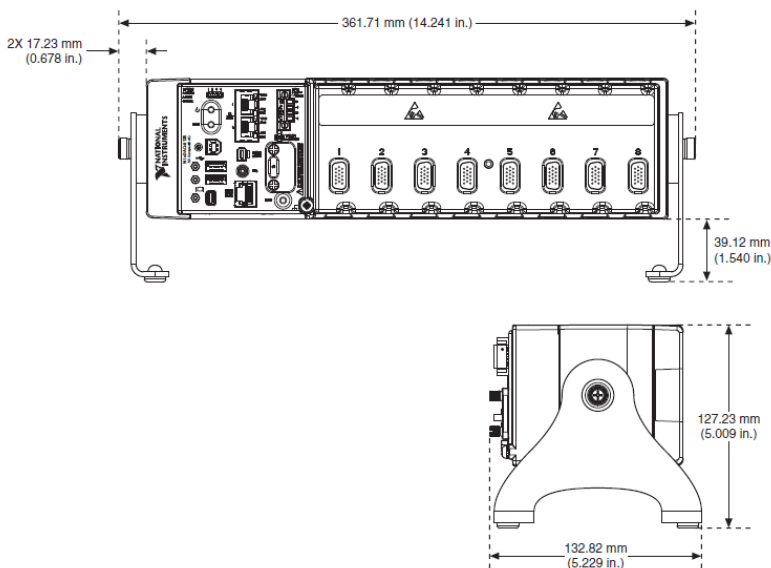


Рисунок 1-18. Размеры cDAQ-9133/9135/9137 с комплектом для установки на стол



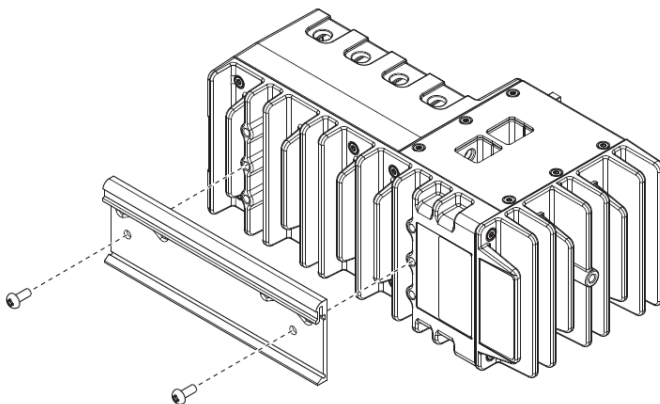
Монтаж контроллера cDAQ на DIN-рейке

Используйте монтаж на DIN-рейке, если у вас уже имеется DIN-рейка или если у вас есть необходимость быстро снять контроллера. Вы можете воспользоваться комплектом для монтажа контроллера cDAQ. Вам понадобится одна клипса для монтажа контроллера на стандартную 35 мм DIN-рейку. Обратитесь к разделу [Кабели и аксессуары](#), чтобы узнать шифр изделия для вашего контроллера cDAQ. Для монтажа контроллера на DIN-рейке выполните следующие шаги:

1. Прикрепите клипсу DIN-рейки к контроллеру с помощью отвертки Phillips номер 2 и винтов $M4 \times 10^1$. National Instruments предоставляет эти винты в комплекте монтажа на DIN-рейке. Затяните винты с максимальным усилием $1.3 \text{ Н} \cdot \text{м}$ (11.5 фунтов · дюйм). Убедитесь, что комплект смонтирован, как показано на рисунке 1-19, большей губкой клипсы DIN-рейки вверх. Когда комплект полностью смонтирован, отцентрируйте контроллер cDAQ относительно DIN-рейки.

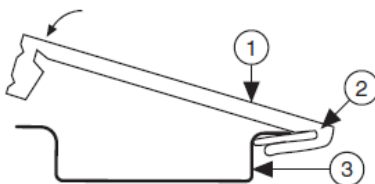
¹ Для монтажа клипсы DIN-рейки на контроллер NI cDAQ-9132/9134/9136 нужны два винта. Для монтажа клипсы DIN-рейки на контроллер NI cDAQ-9133/9135/9137 нужны три винта.

Рисунок 1-19. Монтаж клипсы DIN-рейки на контроллер cDAQ (показан cDAQ-9132/9134/9136).



- Вставьте один конец DIN-рейки в более глубокий паз клипсы, как показано на рисунке 1-20, и надавите на контроллер, чтобы сжать пружину, пока защелка клипсы не закрепится на рейке.

Рисунок 1-20. Схема расположения элементов клипсы DIN-рейки



1 Клипса DIN-рейки

2 Пружина DIN-рейки

3 DIN-рейка



Внимание Перед демонтажом контроллера с DIN-рейки извлеките модули.

Монтаж контроллера cDAQ в стойку

NI предлагает два комплекта, шифры изделий 779102-01 и 781989-01, которые вы можете использовать для монтажа контроллера cDAQ и другого оборудования, монтируемого на DIN-рейке, в стандартную 19-дюймовую стойку. Помимо комплектов для монтажа в стойку вы должны использовать комплект NI для монтажа на DIN-рейке. Обратитесь к разделу [Кабели и аксессуары](#), чтобы узнать шифр аксессуаров для вашего контроллера cDAQ.

Монтаж аксессуара для фиксации модуля

Аксессуар для фиксации модуля, шифр изделия 158533-01 (8-слотовый) или 158534-01 (4-слотовый), гарантирует, что защелки модуля C-серии не смогут отщелкнуться, и модули не смогут быть извлечены из системы. Аксессуар для фиксации модуля предоставляет дополнительные гарантии и безопасность системы при транспортировке и установке, а также предотвращает случайное удаление модуля из работающей системы.

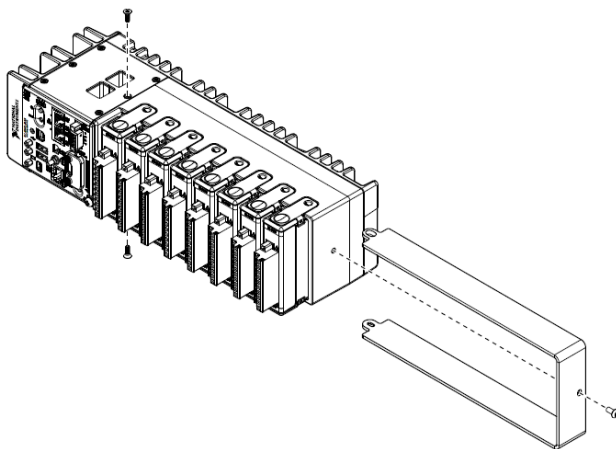
При использовании аксессуара для фиксации модуля NI рекомендует устанавливать его до монтажа системы в любом корпусе, поскольку для установки аксессуара требуется доступ инструмента к верхней, правой и нижней поверхностям контроллера cDAQ.

Что использовать:

- Контроллер cDAQ
- Модули С-серии
- Набор для фиксации модуля, 158533-01 (8-слотовый) или 158534-01 (4-слотовый)
 - Крепежная скоба для фиксации модуля
 - Крепежные винты¹
 - Винты с полукруглой головкой M4 x 0.7, 8 мм
 - Винты с плоской головкой M3 x 0.5 (x2), 10 мм
- Звездообразный ключ T10/T10H
- Звездообразный ключ T20/T20H

Выполните следующие действия для монтажа аксессуара фиксации модуля.

Рисунок 1-21. Монтаж аксессуара для фиксации модулей



1. Убедитесь, что все модули С-серии установлены в контроллер cDAQ и все защелки защелкнуты.
2. Удалите центральный винт с правой панели сверху и снизу контроллера cDAQ при помощи звездообразного ключа T10.
3. Установите на место крепежную скобу, выровняйте три отверстия для винтов.

¹ Набор для фиксации модуля включает два набора винтов. Один – стандартный набор винтов, под стандартные звездообразные отвертки T10 и T20. Второй – антивандальный набор винтов, под безопасные звездообразные отвертки T10 и T20. Используйте антивандальный набор для предотвращения непреднамеренной модификации системы.

- Вставьте винт с полукруглой головкой M4 x 0.7 с правой стороны контроллера cDAQ с помощью подходящего звездообразного ключа T20. Затяните винт с максимальным усилием 1.3 Н · м (11.5 фунтов · дюйм).
- Установите два винта с плоской головкой M3 x 0.5 из набора в верхнюю и нижнюю части контроллера cDAQ с помощью подходящего звездообразного ключа T10. Затяните винты с максимальным усилием 1.3 Н · м (11.5 фунтов · дюйм).



Совет NI рекомендует использовать жидкий фиксатор резьбового соединения для всех крепежных деталей, если система должна работать в условиях вибрации в течение длительного времени.

На рисунках 1-22 и 1-23 показаны размеры 4-слотового и 8-слотового контроллера cDAQ с установленным аксессуаром для фиксации модулей.

Рисунок 1-22. Размеры cDAQ-9132/9134/9136 с установленным аксессуаром для фиксации модулей

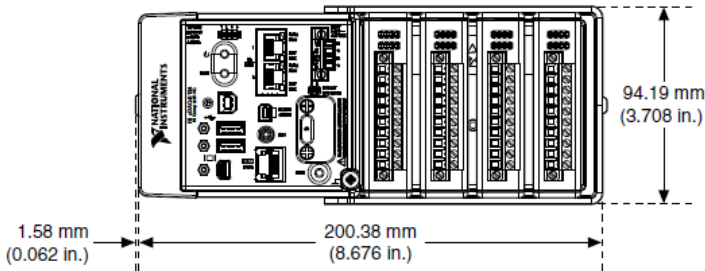
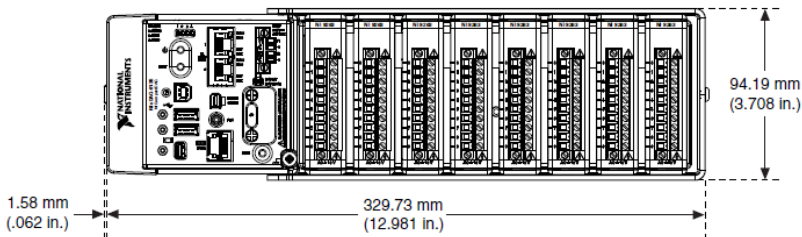


Рисунок 1-23. Размеры cDAQ-9133/9135/9137 с установленным аксессуаром для фиксации модулей



Особенности контроллера cDAQ

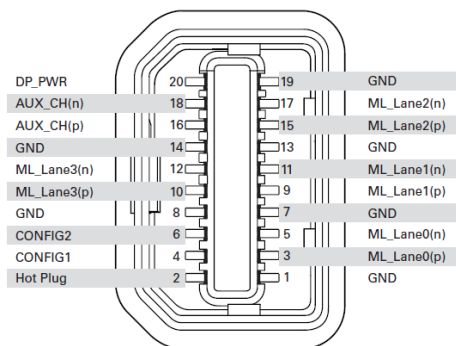
Контроллер cDAQ имеет много портов, светодиодов, кнопку RESET, кнопку питания и слот для SD-карт. На рисунках 1-1 и 1-2 показано расположение этих элементов на контроллере cDAQ.

Разъем Mini DisplayPort

Используйте разъем mini DisplayPort, показанный на рисунках 1-1 и 1-2, для подключения монитора при программировании контроллеров cDAQ с Windows или для реализации локального HMI с контроллерами Real-Time. Вы можете использовать единственный VI реального времени для интерактивной разработки и интерфейса пользователя, и логики работы системы. Для получения дополнительной информации обратитесь к разделу *Using the Embedded UI to Access RT Target VIs* справочной системы *LabVIEW Help*.

На рисунке 1-24 приведены контакты и сигналы разъема mini DisplayPort. Обратитесь к разделу [Кабели и аксессуары](#) для получения информации о поддерживаемых кабелях и аксессуарах NI для контроллера cDAQ.

Рисунок 1-24. Разъем Mini DisplayPort

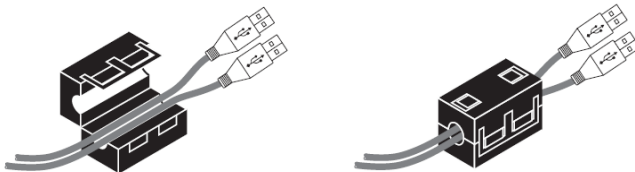


Внимание Не подключайте устройства в разъем Mini DisplayPort "на лету", если контроллер cDAQ находится в опасной зоне или подключен к источникам с высоким напряжением.

Хост-порты USB

Контроллер cDAQ поддерживает типовые запоминающие устройства USB, в том числе флэш-накопители и адаптеры USB-IDE с файловой системой FAT16 и FAT32. Как правило, LabVIEW монтирует устройства USB на диски U:, V:, W: или X: начиная с U:, если он доступен. Вы можете также использовать эти порты для подключения клавиатуры и мыши для программирования контроллера.

Установите феррит для подавления помех (шифр изделия National Instruments 711849-01, включен в комплект поставки) вокруг всех подключенных внешних USB-кабелей, как показано на рисунке 1-25, чтобы гарантировать, что ваше устройство удовлетворяет всем стандартам по электромагнитной совместимости в вашей стране. Феррит должен быть установлен на расстоянии от 50 мм до 75 мм (от 2 до 3 дюймов) от конца кабеля, подключенного в хост-порт USB. Феррит должен охватывать оба кабеля USB в зависимости от их диаметра.

Рисунок 1-25. Установка феррита на два кабеля USB

На рисунках 1-1 и 1-2 показано расположение двух хост-портов USB на контроллере cDAQ. В таблице 1-4 приведены схема расположения выводов и описания сигналов хост-порта USB.

Таблица 1-4. Схема расположения выводов хост-порта USB

Схема расположения выводов	Контакт	Название сигнала	Описание сигнала
	1	VCC	Питание (+5 В)
	2	D-	Данные USB-
	3	D+	Данные USB+
	4	GND	Общий



Внимание Не подключайте устройства USB "на лету", если контроллер cDAQ находится в опасной зоне или подключен к источникам с высоким напряжением. Если контроллер cDAQ находится в безопасной зоне, вы можете подключать и отключать USB устройства без помех его функционированию.

Порт USB устройства

(NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137 с LabVIEW Real-Time) Порт устройства USB, показанный на рисунках 1-1 и 1-2, предназначен для использования при конфигурировании устройства, развертывании приложений, отладки и обслуживания. Например, вы можете использовать порт устройства USB для установки программного обеспечения или обновления драйверов во время техобслуживания в полевых условиях, не прерывая обмен данными по портам RJ-45 Ethernet.



Примечание National Instruments требует использования защелкивающегося кабеля USB, например, с номером изделия 157788-01, для удовлетворения характеристик данного продукта по ударам и вибрации.



Примечание Порт устройства USB не поддерживается в контроллерах NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137 для Windows)

В таблице 1-5 приведены схема расположения выводов и описания сигналов порта USB устройства.

Таблица 1-5. Схема расположения выводов порта устройства USB

Схема расположения выводов	Контакт	Название сигнала	Описание сигнала
	1	VCC	Питание (+5 В)
	2	D-	Данные USB-
	3	D+	Данные USB+
	4	GND	Общий



Внимание Не подключайте USB устройства "на лету", если контроллер cDAQ находится в опасной зоне или подключен к источникам с высоким напряжением. Если контроллер cDAQ находится в безопасной зоне, вы можете подключать и отключать USB устройства, без помех его функционированию.

Кнопка RESET

При нажатии кнопки RESET, показанной на рисунках 1-1 или 1-2, происходит перезагрузка процессора таким же образом, как при отключении и включении питания.

(NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137 для LabVIEW Real-Time) Вы можете также использовать кнопку RESET для решения проблем с сетевыми подключениями. Если нажать и удерживать нажатой кнопку в течение 5 секунд, а потом отпустить, контроллер загрузится в безопасном режиме. Для получения дополнительной информации об использовании кнопки RESET для перевода контроллера в безопасный режим и решения проблем с сетевыми подключениями, обратитесь к разделу [Решение проблем с сетевыми подключениями в контроллере LabVIEW Real-Time](#).

Кнопка питания

По умолчанию контроллер cDAQ включается, если питание подведено к контроллеру и выключается, когда вы нажимаете и отпускаете кнопку питания, показанную на рисунках 1-1 и 1-2. Реакция на кнопку питания может быть настроено в BIOS, как описано в разделе [Использование утилиты настройки BIOS для изменения настроек приложения А, Операционная система контроллера и настройки BIOS](#). Если контроллер cDAQ перестает реагировать, вы можете выключить его, удерживая нажатой кнопку питания 4 секунды. Для получения дополнительной информации о безопасном выключении контроллера cDAQ обратитесь к разделу [Выключение контроллера cDAQ](#).



Внимание Отключение питания без завершения работы контроллера cDAQ может повредить встроенный системный диск Windows. Для получения информации о повышении устойчивости системы Windows перейдите на сайт ni.com/info и введите информационный код extxxx

Светодиоды

На лицевой панели контроллера cDAQ находятся четыре светодиода: POWER, STATUS, USER1 и USER2, как показано на рисунках 1-1 и 1-2. В таблице 1-6 перечислены светодиоды и отображаемые на них состояния.

Таблица 1-6. Светодиодные индикаторы

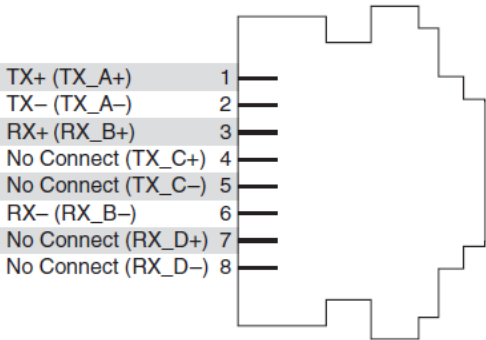
Светодиод	Цвет светодиода	Состояние светодиода	Индикация
POWER	Зеленый	Горит	Питание контроллера cDAQ поступает с контакта V1.
	Желтый	Горит	Питание контроллера cDAQ поступает с контакта V2.
	—	Не горит	На контроллер не подано питание.
STATUS	Желтый	2 вспышки каждые несколько секунд	Контроллер обнаружил ошибку в программном обеспечении. Обычно это происходит при прерванной попытке обновления программного обеспечения. Обратитесь к справке <i>Measurement & Automation Explorer (MAX) Help</i> для получения информации об установке программного обеспечения на контроллер.
		3 вспышки каждые несколько секунд	Контроллер в безопасном режиме. Обратитесь к справке <i>Measurement & Automation Explorer (MAX) Help</i> для получения информации о безопасном режиме.
		4 вспышки каждые несколько секунд	Дважды произошел сбой в работе программного обеспечения без перезапуска или без повторного включения питания между сбоями. Как правило, это указывает, что контроллеру недостаточно памяти. Изучите ваш RT VI и проверьте использование памяти. Модифицируйте VI для решения проблемы с памятью.
		Непрерывно мигает	В контроллер загружена неподдерживаемая операционная система, или был прерван процесс загрузки, или обнаружена неустранимая программная ошибка.
		Горит	Контроллер загружается
	Красный	Непрерывно мигает	Произошел сбой внутреннего источника питания. Проверьте разъемы ввода-вывода лицевой панели и подключение модулей C-серии на предмет коротких замыканий. Устраните короткие замыкания и восстановите подачу питания на контроллер. Если проблема не исчезнет, свяжитесь с NI.
USER1, USER2	—	Выключен	Нормальная работа
	Зеленый /желтый	—	<p>Светодиоды USER контролируются из вашего приложения. Вы можете запрограммировать светодиоды USER1 и USER2 в соответствии требованиями вашего приложения. Вы можете использовать узел свойств системного оборудования из NI System Configuration API для записи состояния в светодиоды USER.</p> <p>(NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137 для LabVIEW Real-Time) Вы можете также определить USER LED в LabVIEW Real-Time при помощи RT LEDs VI. Для получения дополнительной информации о RT LEDs VI обратитесь к справке <i>LabVIEW Help</i>.</p>

Порты Ethernet

Контроллер cDAQ имеет два трехскоростных порта RJ-45 Ethernet, показанные на рисунках 1-1 и 1-2.

В таблице 1-26 приведены схема расположения выводов и описание сигналов Ethernet. Наименования сигналов Ethernet перечислены как наименования сигналов Fast Ethernet, RX/TX +/-, и Gigabit Ethernet, (RX/TX_x+/-).

Рисунок 1-26. Расположение контактов порта Ethernet:
Сигналы Fast Ethernet Signals (Сигналы Gigabit Ethernet)



Примечание Оба порта Ethernet реализуют автоматическую кроссоверную конфигурацию, так что вам не нужно использовать кроссоверный кабель для подключения к хост-компьютеру.

(NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137 для Windows) По умолчанию оба порта Ethernet включены и сконфигурированы как DHCP, на автоматическое получение IP-адреса. Порты Ethernet могут быть сконфигурированы в Панели управления Windows в категории Сеть и интернет. Оба порта Ethernet обладают функциональностью Wake-on-LAN. Порты Ethernet остаются под напряжением, когда контроллер находится в спящем режиме.

(NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137 для Real-Time) По умолчанию оба порта Ethernet включены и сконфигурированы на автоматическое получение IP-адреса. Порты Ethernet могут быть настроены в MAX.

Светодиоды Ethernet

Каждый порт Ethernet имеет два светодиода, ACT/LINK и 10/100/1000, которые описаны в таблице 1-7.

Таблица 1-7. Светодиодные индикаторы Ethernet

Светодиод	Цвет светодиода	Состояние светодиода	Индикация
ACT/LINK	—	Выключен	Соединение LAN не установлено
	Зеленый	Горит	Соединение LAN установлено
		Мигает	Соединение LAN Активно
10/100/1000	Желтый	Горит	Выбрана частота 1000 Мбит/с
	Зеленый	Горит	Выбрана частота 100 Мбит/с
	—	Выключен	Выбрана частота 10 Мбит/с

Кабели Ethernet

В таблице 1-8 приведены соединения экранированного кабеля Ethernet для прямого и кроссоверного кабеля.

Таблица 1-8. Подключение кабеля Ethernet

Контакт	Разъем 1	Разъем 2	
		Прямой	Кроссоверный
1	белый/оранжевый	белый/оранжевый	белый/зеленый
2	оранжевый	оранжевый	зеленый
3	белый/зеленый	белый/зеленый	белый/оранжевый
4	голубой	голубой	голубой
5	белый/голубой	белый/голубой	белый/голубой
6	зеленый	зеленый	оранжевый
7	белый/коричневый	белый/коричневый	белый/коричневый
8	коричневый	коричневый	коричневый

Connector 1

Pin 1 ← Pin 8

Connector 2

Pin 1 ← Pin 8

Разъем NI-XNET CAN/LIN

(NI cDAQ-9134/9135) У контроллера NI cDAQ-9134/9135 есть выбираемый интерфейсный порт NI-XNET, который поддерживает различные сетевые кабели NI,

такие, как CAN и LIN.

Пользователь получает возможность гибкого выбора протокола физической шины путем подключения соответствующего внешнего кабеля. Разъем NI-XNET поддерживает переключение сетевых кабелей "на лету" и может определить тип подключаемого кабеля. Для получения информации о подключении к шине CAN или LIN обратитесь к инструкции по эксплуатации вашего кабеля NI-XNET.



Внимание Для поддержания производительности продукта и требований к точности при использовании порта NI-XNET CAN/LIN и сетевого кабеля NI не монтируйте кабельный ввод непосредственно на контроллер cDAQ. Монтируйте кабельный ввода расстоянии по крайней мере 50.8 мм (2 дюйма) от контроллера cDAQ. При соблюдении требований к охлаждению, показанным на рисунках 1-10 и 1-11, сетевой кабель NI не повлияет на тепловой режим системы.



Внимание *Не подключайте* устройства NI-XNET "на лету", если контроллер cDAQ находится в опасной зоне или подключен к источникам с высоким напряжением. Если контроллер cDAQ находится в безопасной зоне, вы можете подключать и отключать NI-XNET устройства, без помех его функционированию.



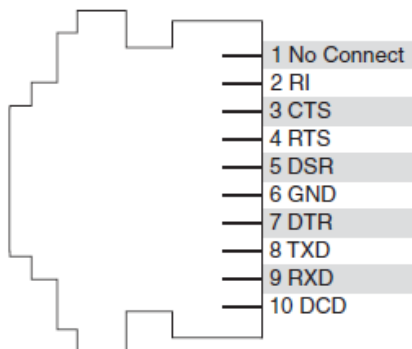
Примечание (NI cDAQ-9134/9135 для LabVIEW Real-Time) Для установки или обновления программного обеспечения NI-XNET на контроллере NI cDAQ-9134/9135 для LabVIEW Real-Time, вы должны установить программное обеспечение на хост-компьютер, а потом развернуть на контроллере при помощи MAX, как описано в разделе [Установка контроллера cDAQ для LabVIEW Real-Time](#)

Разъем PFI 0 SMB

Обратитесь к разделу [PFI](#) главы 4, [Цифровой ввод-вывод и PFI](#), для получения информации о разъеме SMB для PFI 0.

Последовательный порт RS-232

Контроллер cDAQ имеет 10-контактный модульный разъем RS-232 (RJ50), показанный на рисунке 1-1 и 1-2, к которому вы можете подключать устройства, например, дисплеи или входные устройства. Используйте Serial VI для чтения из/записи в последовательный порт. Обратитесь к справке *LabVIEW Help* для получения информации о Serial VI. На рисунке 1-27 приведены схема расположения выводов и описания сигналов.

Рисунок 1-27. Схема расположения выводов последовательного порта RS-232

Вы можете использовать Ring Indicator (RI) на контакте 2 для пробуждения контроллера из состояния с малым потреблением мощности. Логический сигнал с высоким уровнем больше 2.4 В инициирует событие пробуждения.

Разъем питания

Обратитесь к разделу [Подключение питания к контроллеру cDAQ](#) и техническим характеристикам вашего контроллера cDAQ для получения дополнительной информации о разъеме питания.

Сменная карта памяти SD Card

В контроллере cDAQ есть слот для SD-карты, в котором можно считывать и записывать данные с/на SD-карты, проверенные NI. Перейдите на страницу ni.com/info и введите информационный код `exuerk` для получения информации о наилучших методах записи данных в контроллерах cDAQ.



Внимание Вы должны использовать крышку для слота SD-карты, чтобы защитить SD-карту в опасных зонах.



Внимание *Запрещается* вставлять или удалять SD-карты до предварительного выключения питания устройства или снижения степени опасности зон.



Примечание NI рекомендует сначала регистрировать данные на SD-карту.



Примечание Использование SD-карт, не рекомендованных NI, может ухудшить технические характеристики и привести к ненадежному функционированию.

Светодиоды SD-карты

В контроллере cDAQ есть два светодиода, указывающие на статус и активность SD-карты. В таблице 1-9 приведены описания светодиодов.

Таблица 1-9. Светодиодные индикаторы SD-карты

Светодиод	Цвет светодиода	Состояние светодиода	Описание
SD ACT	Желтый	Выключен	cRIO-9036 не осуществляет ввод-вывод в слоте SD-карты.
		Мигает	Контроллер cDAQ осуществляет ввод-вывод в слоте SD-карты. <i>Не удаляйте</i> SD-карту, пока светодиод мигает.
SD IN USE	Зеленый	Выключен	В слоте отсутствует SD-карта или контроллер cDAQ размонтировал SD-карту из операционной системы. Можно безопасно извлекать SD-карту из слота.
		Горит	SD-карта в слоте смонтирована в операционную систему. Не удаляйте SD-карту, пока горит светодиод.

Крышка для слота SD-карты

Вы должны использовать крышку для слота SD-карты для защиты SD-карты в опасных зонах. Не удаляйте SD-карту при мигании светодиода или при включенном светодиоде, поскольку это может привести к повреждению файлов.



Внимание Запрещается вставлять или удалять SD-карты до предварительного выключения питания устройства или снижения степени опасности зон.



Внимание Извлечение SD-карты при горящем светодиоде IN USE может привести к потере данных.



Примечание Полностью прикрутите закрытую крышку. Затяните невыпадающие винты с максимальным усилием 0.75 Н · м (6.7 фунтов · дюйм) с помощью отвертки Phillips №1. Не затягивайте винты слишком сильно.

Кнопка USER1

Кнопка общего назначения USER1 определяется пользователем. Вы можете использовать узел свойств системного оборудования из NI System Configuration API для чтения состояния кнопки USER1. Для получения информации о программировании кнопки USER1 обратитесь на сайт ni.com/info и введите информационный код ex4b9n.

Винт заземления шасси

Для обеспечения электромагнитной совместимости вы *должны* заземлить контроллер

cDAQ, используя контакт заземления шасси, как показано на рисунках 1-1 и 1-2.

Используйте одножильный медный провод сечением 1.31 мм^2 (16 AWG) максимальной длиной 1.5 м (5 футов). Подключите провод к заземлению системы электропитания здания. Для получения дополнительной информации о заземлении обратитесь на сайт ni.com/info и введите информационный код `emcground`.



Примечание При использовании экранированного кабеля с пластмассовым разъемом для подключения к модулям С-серии, необходимо соединить экран кабеля с контактом заземления шасси, используя провод с сечением 1.31 мм^2 (16 AWG) или больше. Для улучшения электромагнитной совместимости используйте более короткий провод.

Батарея CMOS и кнопка сброса CMOS

Контроллер cDAQ содержит встроенную литиевую батарейку для CMOS памяти, в которой при выключенном питании сохраняется информация о системном времени. При подаче питания на разъем питания контроллера cDAQ происходит слабый разряд батарейки CMOS. Скорость разряда батареи при отключенном питании зависит от температуры окружающей среды в условиях хранения. Для продления срока жизни батареи храните контроллер cDAQ при прохладной температуре. Обратитесь к разделу *Батарея CMOS* в технических характеристиках вашего контроллера cDAQ за получением информации об ожидаемом сроке жизни батареи.

Если БАТАРЕЯ ПОЛНОСТЬЮ РАЗРЯЖЕНА, на экране появляется сообщение CMOS BATTERY IS DEAD во время самопроверки при включении питания. Контроллер все равно запускается, но системные часы отображают дату и время выпуска BIOS.

Батарея не заменяется пользователем. При необходимости заменить батарею CMOS свяжитесь с NI.

Сброс настроек системной CMOS и BIOS

Информация о конфигурации BIOS контроллера cDAQ хранится в энергонезависимой памяти, которой не требуется батарейка для сохранения настроек. Кроме того, BIOS оптимизирует время загрузки, сохраняя специфическую информацию о системе в памяти, поддерживаемой батарейкой (CMOS).

Для сброса CMOS и BIOS к заводским настройкам выполните следующие шаги.

1. Отключите питание контроллера cDAQ.
2. Нажмите кнопку перезагрузки CMOS, показанную на рисунках 1-1 и 1-2, и удерживайте ее нажатой в течение 1 секунды.
3. Включите питание контроллера cDAQ.


На экране появится предупреждение BIOS Reset Detected.



Примечание Если батарейка CMOS полностью разряжена, кнопка CMOS Reset не работает.

Кабели и аксессуары

В таблице 1-10 приведена информация о кабелях и аксессуарах, доступных для контроллера cDAQ. Чтобы получить полный список аксессуаров для контроллера cDAQ и информацию для заказа обратитесь к разделу цен на странице NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137 на сайте ni.com.



Внимание Для обеспечения соответствия указанной электромагнитной совместимости используйте данный продукт только с экранированными кабелями и аксессуарами.

Таблица 1-10. Кабели и аксессуары

Аксессуар	Шифр изделия	Контроллер cDAQ
Источник питания NI PS-15* (24 В, 5 А, входное напряжение переменного тока 100-120/200-240)	781093-01	Все
Настольный источник питания NI PS-10 (24 В, 5 А, входное напряжение переменного тока 100-120/200-240)	782698-01	Все
NI аксессуар крепления кабеля для Mini DisplayPort	156866-01	Все
Комплект для дверцы слота SD-карты	783660-01	Все
NI промышленный удлинитель кабеля USB	152166-xx	Все
NI кабель USB с креплением	157788-01	Все
Комплект для монтажа на панель	157253-01	cDAQ-9132/9134/ 9136
Комплект для монтажа на панель	157267-01	cDAQ-9133/9135/ 9137
Комплект для установки на столе	779473-01	Все
Комплект для монтажа на DIN-рейке	157254-01	cDAQ-9132/9134/ 9136
Комплект для монтажа на DIN-рейке	157268-01	cDAQ-9133/9135/ 9137
Аксессуар для фиксации модулей в 4-слотовом контроллере CompactRIO и CompactDAQ	158534-01	cDAQ-9132/9134/ 9136
Аксессуар для фиксации модулей в 8-слотовом контроллере CompactRIO и CompactDAQ	158533-01	cDAQ-9133/9135/ 9137

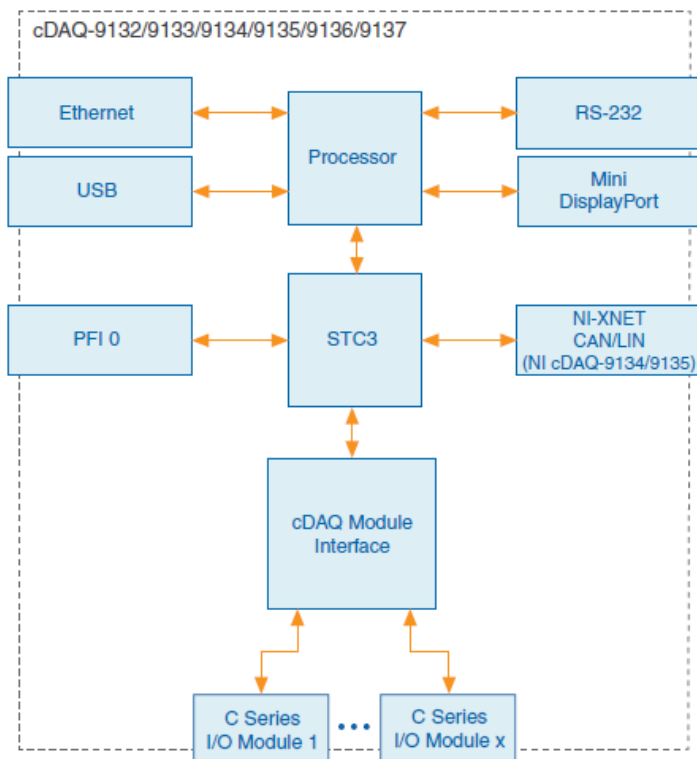
Таблица 1-10. Кабели и аксессуары (продолжение)

Аксессуар	Шифр изделия	Контроллер cDAQ
Комплект NI 9910 для монтажа в стойке на выдвижной полке	779102-01	Все
Комплект для монтажа cDAQ/cRIO в стойке	781989-01	Все
NI промышленный удлинитель кабеля USB	152166-xx	Все
NI кабель USB с креплением	157788-01	Все
Кабель Ethernet категории 5E, экранированный (длина 2, 5 и 10 м)	151733-02, 151733-05, 151733-10	Все
Кабель с адаптером для 10-контактного модульного разъема (длина 1, 2 и 3 м)	182845-01, 182845-02, 182845-03	Все
Крышки для слота SD-карт (3 шт.)	783660-01	Все
Промышленная карта памяти SD, 16 ГБ	783658-01	Все
Промышленная карта памяти SD, 32 ГБ	783659-01	Все
4-контактные вилки питания с золотым покрытием (5 шт.)	783529-01	Все
Кабель с адаптером Mini DisplayPort-DVI	157231-0R5	Все
Кабель с адаптером Mini DisplayPort-VGA	157230-0R5	Все
Кабель с адаптером Mini DisplayPort-to-Full DisplayPort	157232-xx	Все
Сетевой кабель NI-XNET LIN	783702-01	cDAQ-9134/9135
Сетевой кабель NI-XNET CAN HS/FD	783699-01	cDAQ-9134/9135
Кабель SMB112 SMB вилка-BNC вилка, 50 Ом, 1 м	778827-01	Все
Клавиатура и мышь	779660-01	Все
Дискковод USB CD/DVD Drive	778492-01	Все
Монитор с сенсорным экраном NI TSM 1012 (12 дюймов)	783635-01	Все
Монитор с сенсорным экраном NI TSM 1015 (15 дюймов)	783636-01	Все
Монитор с сенсорным экраном NI TSM 1017 (17 дюймов)	783637-01	Все
* Для удовлетворения требований по электромагнитной совместимости в Корее необходимо использовать источники питания PS-16 вместо PS-15.		

Использование контроллера cDAQ

Контроллер cDAQ состоит из четырех частей: модулей С-серии, интерфейса модуля cDAQ, блока STC3 (System Timing Controller – контроллер системной синхронизации) и процессора, как показано на рисунке 1-28. Эти компоненты оцифровывают сигналы, выполняют цифро-аналоговое преобразование для генерации аналоговых выходных сигналов, вводят и выводят цифровые сигналы ввода/вывода и обеспечивают согласование с источниками сигналов.

Рисунок 1-28. Блок-схема



Модуль С-серии

Модули С-серии компании National Instruments снабжены встроенным блоком согласования с источниками сигналов, винтовыми и пружинными клеммами, разъемами типа BNC, D-SUB или RJ-50. Большое многообразие средств подключения для реализации ввода/вывода позволяет адаптировать контроллер cDAQ в соответствии с требованиями вашего приложения.

Модули С-серии можно заменять в "на лету" и автоматически обнаруживаются контроллером cDAQ. Каналы ввода/вывода доступны при использовании программного драйвера NI-DAQmx.

Благодаря тому, что модули содержат встроенные средства кондиционирования

сигналов с расширенными диапазонами напряжений или сигналов с промышленными уровнями, их можно напрямую подключать к датчикам/актюаторам. Некоторые модули С-серии обеспечивают изоляцию между каналом и заземлением, а также между каналами.

Для получения более подробной информации о модулях С-серии, поддерживаемых контроллером cDAQ, обратитесь к документу Зоны разработчика *C Series Support in NI-DAQmx*, перейдя на страницу ni.com/info и введя информационный код `rdcdaq`.

Сравнение параллельных и последовательных модулей цифрового ввода-вывода

Возможности цифровых модулей определяются типом цифровых сигналов, которые модуль может вводить или генерировать.

- Последовательные цифровые модули предназначены для чтения и записи с программной или аппаратной синхронизацией медленно изменяющихся сигналов.
- Параллельные модули цифрового ввода/вывода предназначены для чтения и записи с программной или аппаратной синхронизацией быстро изменяющихся сигналов

Для получения более подробной информации о модулях цифрового ввода/вывода перейдите в раздел 4, [Цифровой ввод-вывод и PFI](#).

Интерфейс модуля cDAQ

Интерфейс модуля cDAQ управляет передачей данных между контроллером STC3 и модулями ввода/вывода С-серии. Кроме того, интерфейс управляет автоматическим обнаружением устройств, маршрутизацией сигналов и синхронизацией.

STC3

Контроллер STC3 предназначен для независимой высокоскоростной потоковой передачи данных; гибкой синхронизации аналогового ввода, аналогового вывода и цифрового ввода-вывода; запуска; передачи сигналов PFI для синхронизации нескольких устройств; гибкого управления таймерами/счетчиками с аппаратным управлением; сбора и генерации цифровых последовательностей; статического цифрового ввода-вывода.

- **Синхронизация отсчетов операций AI, AO и DIO** – блок STC3 содержит усовершенствованные средства тактирования операций аналогового ввода и вывода, а также цифрового ввода-вывода. Разнообразные тактирующие и синхронизирующие сигналы доступны по PFI-линиям. Обратитесь к следующим разделам за получением дополнительной информации о настройке этих сигналов:
 - Параграф [Сигналы синхронизации аналогового ввода](#) раздела 2, [Аналоговый ввод](#)
 - Параграф [Сигналы синхронизации аналогового вывода](#) раздела 3, [Аналоговый вывод](#)
 - Параграф [Сигналы синхронизации цифрового ввода](#) раздела 4, [Цифровой ввод-вывод и PFI](#)
 - Параграф [Сигналы синхронизации цифрового вывода](#) раздела 4, [Цифровой ввод-вывод и PFI](#)

- **Режимы запуска** – контроллер cDAQ поддерживает разные режимы запуска, такие как старт по сигналу запуска (Start Trigger), запуск относительно опорного события (Reference Trigger), а также режим паузы (Pause Trigger) с аналоговыми, цифровыми и программными источниками сигналов запуска. Обратитесь к следующим разделам для получения дополнительной информации.
 - Параграф *Сигналы запуска аналогового ввода* раздела 2, *Аналоговый ввод*
 - Параграф *Сигналы запуска аналогового вывода* раздела 3, *Аналоговый вывод*
 - Параграф *Сигналы запуска цифрового ввода* раздела 4, *Цифровой ввод-вывод и PFI*
 - Параграф *Сигналы запуска цифрового вывода* раздела 4, *Цифровой ввод-вывод и PFI*
- **Независимые потоки данных** – контроллер cDAQ поддерживает семь независимых высокоскоростных потоков данных, позволяющих выполнять до семи аппаратно синхронизируемых задач одновременно, таких, как аналоговый ввод, аналоговый вывод, буферизированный ввод-вывод с помощью таймеров/счетчиков и аппаратно синхронизированный цифровой ввод/вывод.
- **Сигналы PFI** – сигналы PFI обеспечивают доступ к таким дополнительным возможностям как запуск, синхронизация и работа с таймерами/счетчиками. Вы можете также включить программируемый фильтр для подавления дребезга для каждого сигнала PFI, при этом отсчеты входного сигнала фиксируются по каждому нарастающему фронту тактового сигнала фильтра. Сигналы PFI доступны через параллельные модули цифрового ввода и вывода, для доступа к PFI можно использовать до двух таких модулей. Обратитесь к параграфу *PFI* раздела 4, *Цифровой ввод-вывод и PFI* для получения более подробной информации.
- **Универсальные таймеры/счетчики** – контроллер cDAQ содержит четыре 32-битных таймера/счетчика общего назначения, которые могут применяться для подсчета количества фронтов, измерения длительности, периода и частоты импульсов, измерения перемещений (кодирования). Кроме того, таймеры/счетчики могут генерировать импульсы, импульсные последовательности, прямоугольные импульсы с настраиваемой частотой. Вы можете получить доступ ко входам и выходам счетчиков с помощью параллельных цифровых модулей, установленных не более чем в два слота. Обратитесь к разделу 5, *Счетчики*, для получения дополнительной информации.

Процессор и порты

Обратитесь к технической документации вашего контроллера cDAQ для получения информации о процессоре контроллера cDAQ. Обратитесь к разделу *Особенности контроллера cDAQ* для получения информации об использовании различных портов контроллера cDAQ.

Аналоговый ввод

Для измерений входного аналогового сигнала, вставьте поддерживаемый модуль аналогового ввода С-серии в любой слот шасси cDAQ. Технические характеристики, такие, как количество каналов, конфигурации каналов, частота дискретизации и коэффициент усиления определяются типом используемого модуля С-серии. Для получения более подробной информации и схемах подключения обратитесь к документации, которая прилагается к модулю С-серии.

В контроллере cDAQ есть три блока синхронизации аналогового ввода, а это значит, что в шасси одновременно могут выполняться три задачи аналогового ввода. Одна задача аналогового ввода может работать с каналами нескольких модулей аналогового ввода. Однако каналы одного модуля не могут быть использованы для выполнения нескольких задач.

Несколько параллельных блоков синхронизации позволяют контроллеру cDAQ запускать три задачи аналогового ввода одновременно, каждая из которых использует независимые настройки синхронизации и запуска. Три блока синхронизации аналогового ввода – это ai, te0 и te1.

Сигналы запуска аналогового ввода

Сигнал запуска – это сигнал, который начинает или заканчивает сбор данных. Когда вы настраиваете сигнал запуска, вам необходимо решить, каким образом вы будете производить запуск, и какое действие будет его вызывать. Контроллер cDAQ поддерживает внутренний программный запуск.

Доступны три способа запуска: Start Trigger – начать сбор данных, Reference Trigger – сбор данных относительно опорного события, Pause Trigger – приостановка сбора данных. Аналоговый или цифровой запуск могут инициировать эти три разновидности запуска. В любом слоте контроллера можно применять до двух модулей параллельного цифрового ввода С-серии для реализации цифрового запуска. Чтобы определить возможные варианты запуска, обратитесь к документации на модуль С-серии, которая к нему прилагается. Для получения более подробной информации об использовании цифровых модулей для формирования сигналов запуска перейдите в раздел 4, *Цифровой ввод-вывод и PFI*.

Обратитесь к параграфам [Сигнал AI Start Trigger](#), [Сигнал AI Reference Trigger](#) и [Сигнал AI Pause Trigger](#) для получения дополнительной информации о сигналах аналогового запуска.

Сигналы синхронизации аналогового ввода

В контроллере cDAQ есть следующие сигналы синхронизации аналогового ввода[^]

- *Сигнал AI Sample Clock**
- *Сигнал AI Sample Clock Timebase*
- *Сигнал AI Start Trigger**
- *Сигнал AI Reference Trigger**
- *Сигнал AI Pause Trigger**

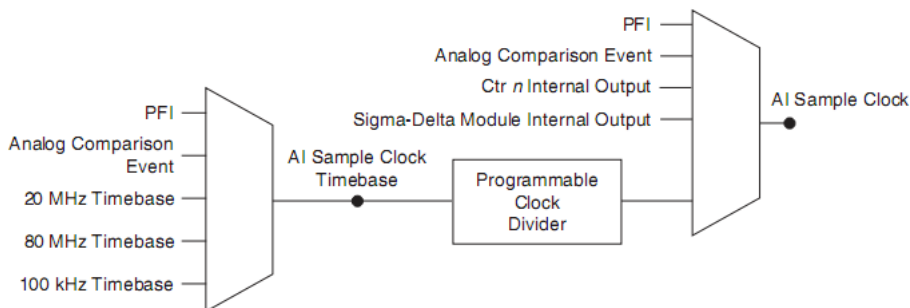
Для сигналов с символом * может быть использована цифровая фильтрация. Обратитесь к параграфу *Фильтры PFI* раздела 4, *Цифровой ввод-вывод и PFI* для получения дополнительной информации.

Обратитесь к параграфу *Свойства сигнала AI Convert Clock для модулей аналогового ввода*, в котором описываются сигналы особенности сигнала AI Convert Clock и контроллера cDAQ.

Сигнал AI Sample Clock

Одна операция задачи аналогового ввода подразумевает получение по одному отсчету с каждого канала аналогового ввода. Сигналы Sample Clock дают команду на считывание отсчетов из всех каналов аналогового ввода в задаче. Сигнал Sample Clock может быть сформирован по сигналу от внешнего или внутреннего источника (рисунок 2-1.)

Рисунок 2-1. Варианты формирования сигнала AI Sample Clock



PFI – Программируемый функциональный интерфейс, Analog Comparison Event – Событие сравнения аналоговых сигналов, Ctr n Internal Output – Внутренний выход счетчика n, Sigma-Delta Module Internal Output – Внутренний выход модуля Sigma-Delta, Timebase – Сигнал опорной частоты, Programmable Clock Divider – Программируемый делитель частоты импульсов

Маршрутизация сигнала Sample Clock на выходной контакт

Вы можете направить сигнал Sample Clock на любой выходной контакт PFI. По умолчанию активный уровень импульса Sample Clock – высокий.

Сигнал AI Sample Clock Timebase

Сетка импульсов опорной частоты, используемых для формирования сигналов Sample Clock, создается путем деления импульсов внешнего или внутреннего источника. Импульсы опорной частоты не могут быть использованы в качестве выходных сигналов контроллера.

Свойства сигналов AI Convert Clock модулей аналогового ввода

Обратитесь к параграфам *Модули сканирующего типа*, *Модули с одновременной выборкой и хранением*, *Модули с сигма-дельта преобразованием* и *Модули с низкой частотой дискретизации* для получения информации о сигнале AI Convert Clock и модулях аналогового ввода C-серии.

Модули сканирующего типа

В состав модулей аналогового ввода сканирующего типа C-серии входят один АЦП и мультиплексор для переключения каналов ввода. Когда интерфейсный модуль NI cDAQ получает импульс Sample Clock, он начинает генерировать тактовый сигнал преобразования Convert Clock для каждого модуля сканирующего типа в текущей задаче. Каждый импульс Sample Clock инициирует сбор данных с одного канала этого модуля. Частота импульсов Sample Clock зависит от используемого модуля, количества каналов в этом модуле частоты импульсов Sample Clock.

Драйвер выбирает самую высокую из возможных частот преобразования, основываясь на быстродействии АЦП каждого модуля, и прибавляет к времени преобразования в каждом канале 10 мкс, что необходимо для установления сигнала. Такая схема позволяет каналам приблизиться к синхронной дискретизации сигнала. Если частота импульсов AI Sample Clock при аналоговом вводе слишком велика и не позволяет добавить 10 мкс к времени преобразования, NI-DAQmx выбирает скорость преобразования таким образом, чтобы импульсы AI Convert Clock задавали равный интервал между отсчетами. NI-DAQmx применяет это же значение времени дополнения для всех модулей в задаче. Чтобы точно определить скорость преобразования воспользуйтесь свойствами **ActiveDevs** и **AI Convert Clock Rate**, значения которых можно получить с помощью узла свойств или функций **DAQmx Timing**.

Модули с одновременной выборкой и хранением

Модули аналогового ввода с одновременной выборкой и хранения C-серии содержат несколько аналого-цифровых преобразователей или схем, это позволяет получать отсчеты со всех каналов ввода одновременно. В подобных модулях преобразование входных сигналов осуществляется по каждому импульсу Sample Clock.

Модули с сигма-дельта преобразованием

Модули аналогового ввода C-серии с сигма-дельта преобразователями функционально очень похожи на модули с выборкой и хранением, но в них используются АЦП с передискретизацией высокочастотным сигналом, это позволяет повысить точность

синхронизированных измерений. Некоторые сигма-дельта модули в контроллере cDAQ автоматически разделяют один общий тактовый сигнал передискретизации для синхронизации данных со всех сигма-дельта модулей, если все они выполняются в одной и той же задаче. (Например, модули DSA). Контроллер cDAQ поддерживает максимально два синхронизирующих импульсных сигнала, конфигурируемых под вашу систему. Это ограничивает системы с применением сигма-дельта модулей возможностью реализации не более двух задач.

Тактовый сигнал передискретизации применяется в качестве опорного сигнала при формировании импульсов AI Sample Clock для аналогового ввода. Большинство модулей работают с наиболее распространенным тактовым сигналом передискретизации частотой 12.8 МГц, но некоторые модули, такие как NI 9234, поддерживают и другие частоты. Когда сигма-дельта модули с разными частотами импульсов передискретизации применяются в задаче аналогового ввода, опорный сигнал AI Sample Clock может использоваться с любыми доступными частотами; по умолчанию – наиболее высокие. Частота дискретизации всех модулей системы – это целочисленный делитель частоты опорного сигнала AI Sample Clock.

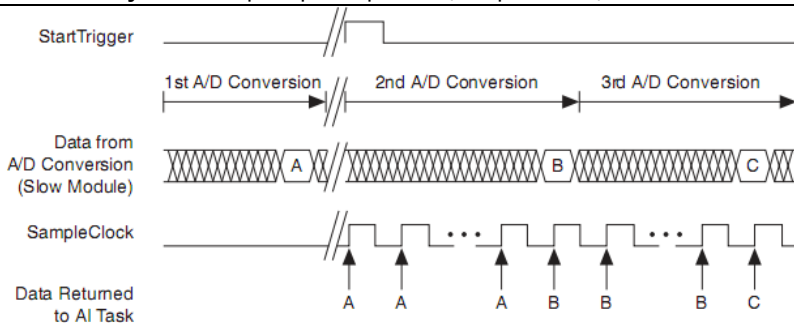
Если один или более сигма-дельта модулей используются в задаче аналогового ввода, сигма-дельта модули также генерируют сигнал, используемый в качестве сигнала AI Sample Clock. Этот сигнал обычно инициирует аналого-цифровое преобразование в других модулях системы, так же, как и в случаях, когда сигма-дельта модуль не используется.

Если в задачах аналогового ввода применяются сигма-дельта модули, контроллер автоматически выдает импульс, синхронизирующий сброс АЦП в каждом модуле одновременно.

Поскольку в сигма-дельта АЦП используется фильтрация, то результаты измерений в этих модулях получаются с фиксированной задержкой относительно результатов измерений, получаемых в модулях с АЦП иного (не сигма-дельта) принципа преобразования. Значения этой задержки приводятся в документации модулей C-серии.

Модули с низкой частотой дискретизации

Некоторые модули аналогового ввода C-серии специально разработаны для измерения медленно изменяющихся сигналов, например, температуры. Из-за низкого быстродействия нецелесообразно для этих модулей использовать AI Sample Clock, т.к. это заставит снизить частоту функционирования систему. При применении такого модуля в контроллере NI максимальная частота Sample Clock может быть больше, чем максимальная частота работы модуля. Если низкочастотный модуль будет работать на частоте большей, чем он поддерживает, то одни и те же отсчеты будут возвращаться неоднократно, до тех пор, пока не закончится новое преобразование. В задачах с аппаратной синхронизацией, первый отсчет получают при запуске задачи. Второй отсчет поступает после сигнала Start Trigger, как показано на рисунке 2-2.

Рисунок 2-2. Пример синхронизации при помощи тактового сигнала

StartTrigger – Сигнал начала сбора данных, *A/D Conversation* – Аналого-цифровое преобразование, *Data from A/D Conversation (Slow Module)* – Данные аналого-цифрового преобразования (модуль с низким быстродействием), *SampleClock* – Тактовый сигнал дискретизации, *Data Returned to AI Task* – Данные, возвращаемые задачей аналогового ввода

Например, если запущена задача аналогового ввода на частоте 1 кГц с применением модуля, максимальная частота которого 10 Гц, низкочастотный модуль возвращает 100 отсчетов одного результата преобразования, затем 100 отсчетов второго результата преобразования и т.д. Другие модули в этой задаче вернут естественные по одному новому отсчету для каждого из 1000 преобразований в секунду. В режиме однократного сбора данных повторения отсчетов не будет. Во избежание повторного считывания одних и тех же результатов преобразования используйте несколько блоков синхронизации портов аналогового ввода и создайте для медленных модулей задачу с частотой, меньшей или равной их максимальной частоте.

Обратитесь к документу *C Series Support in NI-DAQmx*, для чего зайдите на страницу ni.com/info и введите информационный код `rdcdcaq`.

Сигнал AI Start Trigger

Используйте сигнал запуска сбора данных Start Trigger для того, чтобы начать измерения. В процессе измерений производится сбор одного или более отсчетов. Если запуск сбора данных не используется, программная команда инициирует начало измерения. Начавшийся процесс сбора данных может быть завершен одним из следующих способов:

- После сбора определенного количества отсчетов (режим сбора выборки конечного размера – *finite mode*)
- По аппаратному опорному (reference) сигналу запуска (*finite mode*)
- По команде, формируемой программно (в режиме непрерывного сбора данных – *continuous mode*)

Режим сбора данных, при котором применяется сигнал запуска Start Trigger сбора данных (но не опорный (reference) сигнал запуска) иногда называется сбором данных с постзапуском. Это объясняется тем, что измерения производятся только после запуска.

Если вы используете встроенный тактовый сигнал дискретизации, то можно определить задаваемое по умолчанию значение времени задержки с момента появления сигнала запуска до первого отсчета.

Использование цифрового источника

Для запуска сбора данных от цифрового источника необходимо определить источник и фронт сигнала. В качестве источников используйте следующие сигналы:

- Сигнал с любой линии PFI (программируемый функциональный интерфейс)
- Counter n Internal Output (сигнал с внутреннего выхода счетчика n)

Источником сигнала запуска может быть также один из некоторых других внутренних сигналов контроллера cDAQ. Для получения более подробной информации обратитесь к разделу *Device Routing in MAX* справочной системы *NI-DAQmx* или к справочной системе *LabVIEW Help*.

Использование аналогового источника

Некоторые модули С-серии могут формировать сигнал запуска на основе аналогового сигнала. В NI-DAQmx этот сигнал называется Analog Comparison Event (событие аналогового сравнения). Если для формирования сигнала запуска Start Trigger применяется аналоговый источник, сбор данных начинается по первому положительному фронту сигнала Analog Comparison Event.



Примечание В зависимости от характеристик модуля С-серии, вам могут потребоваться два модуля для использования аналогового запуска.

Маршрутизация сигнала запуска AI Start Trigger на выходной контакт

Вы можете направить сигнал начала сбора данных Start Trigger на любой выходной контакт PFI. Выходной контакт активизируется высоким уровнем импульса.

Сигнал AI Reference Trigger

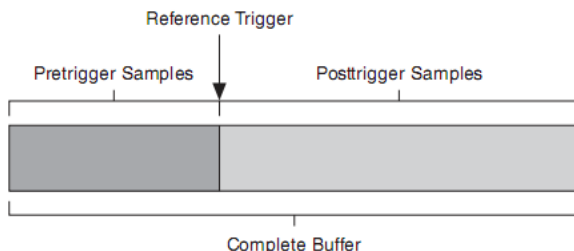
Опорный сигнал запуска применяется для остановки сбора данных. Чтобы использовать опорный сигнал запуска, задайте конечный размер буфера и количество отсчетов предзапуска (pretrigger), собираемых до появления сигнала запуска. Количество отсчетов постзапуска (posttrigger), собираемых после сигнала запуска, равно разности размера буфера и количества отсчетов предзапуска.

После начала сбора данных контроллер cDAQ помещает отсчеты в буфер. Как только будет собрано указанное количество отсчетов предзапуска, контроллер переходит в состояние ожидания опорного сигнала запуска Reference Trigger. Если условие формирования опорного сигнала запуска выполнится до того, как контроллер cDAQ соберет указанное количество отсчетов предзапуска, контроллер проигнорирует его.

Если буфер переполнится, то контроллер cDAQ в непрерывном режиме освобождает его от старых отсчетов для записи следующего отсчета. Эти данные могут быть доступны (с некоторыми ограничениями), пока контроллер cDAQ не удалит их. Обратитесь к документу базы знаний *Can a Pretriggered Acquisition be Continuous?*, для получения дополнительной информации/ Для доступа к документу перейдите на страницу ni.com/info и введите информационный код `rdcanq`.

После появления сигнала опорного запуска контроллер cDAQ продолжает записывать отсчеты в буфер до тех пор, пока не наберется требуемое количество отсчетов постзапуска. На рисунке 2-3 показано окончательное состояние буфера.

Рисунок 2-3. Окончательное состояние буфера при запуске Reference Trigger



Complete Buffer – Полный буфер, *Pretrigger Samples* – Отсчеты предзапуска, *Posttrigger Samples* – Отсчеты постзапуска, *Reference Trigger* – Опорный сигнал запуска

Использование цифрового источника

Чтобы использовать запуск по опорному сигналу от цифрового источника задайте источник и фронт импульса. Источником сигнала Reference Trigger может служить контакт PFI или один из нескольких внутренних сигналов контроллера cDAQ. Для получения более подробной информации обратитесь к разделу *Device Routing in MAX* справочной системы *NI-DAQmx* или к справочной системе *LabVIEW Help*.

Использование аналогового источника

Некоторые модули С-серии могут формировать сигнал запуска на основе аналогового сигнала. В NI-DAQmx этот сигнал называется Analog Comparison Event (событие аналогового сравнения).

Если для формирования сигнала запуска применяется аналоговый источник, сбор данных прекращается по первому положительному или отрицательному фронту сигнала Analog Comparison Event.



Примечание В зависимости от характеристик модуля С-серии, вам могут потребоваться два модуля для использования аналогового запуска.

Маршрутизация сигнала запуска AI Reference Trigger на выходной контакт

Вы можете направить сигнал Reference Trigger на любой выходной контакт PFI. Выходной контакт по умолчанию активизируется высоким уровнем импульса.

Сигнал AI Pause

Сигнал запуска AI Pause используется для того, чтобы приостановить и продолжить выполнение измерений. Пока внешний сигнал запуска активен, формирование внутренних импульсов дискретизации приостанавливается и возобновляется при переходе возврате внешнего сигнала запуска в пассивное состояние. Сигнала запуска DI Pause можно запрограммировать на активный высокий или низкий уровень.

Использование цифрового источника

Чтобы использовать сигнал Pause Trigger от цифрового источника задайте источник и фронт импульса. Источником сигнала может служить контакт PFI или один из нескольких внутренних сигналов контроллера cDAQ. Для получения более подробной информации обратитесь к разделу *Device Routing in MAX* справочной системы *NI-DAQmx* или к справочной системе *LabVIEW Help*.

Использование аналогового источника

Некоторые модули С-серии могут формировать сигнал запуска на основе аналогового сигнала. В NI-DAQmx этот сигнал называется Analog Comparison Event (событие аналогового сравнения).

Если применяется аналоговый источник сигнала запуска, формирование внутренних импульсов дискретизации приостанавливается при низком уровне сигнала Analog Comparison Event и возобновляется при возврате этого сигнала на высокий уровень (или наоборот).



Примечание В зависимости от характеристик модуля С-серии, вам могут потребоваться два модуля для использования аналогового запуска.



Примечание Сигнал паузы реагирует только на уровень сигнала источника, но не на изменение его фронта.

Начало работы с программным обеспечением приложений аналогового вывода

Контроллер cDAQ может применяться в следующих приложениях цифрового ввода:

- Поточного ввода
- Ввода фиксированного количества отсчетов
- Непрерывного ввода

Для получения более подробной информации о программировании приложений аналогового ввода и режимах запуска обратитесь к справочной системе *TI-DAQmx Help* или к справочной системе *LabVIEW Help*.

Аналоговый вывод

Для генерации аналогового сигнала вставьте модуль аналогового вывода С серии в любой слот контроллера cDAQ. Общие технические характеристики – количество каналов, конфигурация каналов, частота обновления, диапазон выхода определяются типом используемого модуля С-серии. Для получения более подробной информации обратитесь к документации, которая прилагается к модулям С-серии.

Для одного модуля аналогового вывода С-серии вы можете назначить любое количество каналов либо в задачу с аппаратной синхронизацией, либо в задачу с программной синхронизацией (вывод по точкам). Однако вы не можете настроить все каналы модуля на выполнение задачи с аппаратной синхронизацией, а другие каналы того же модуля - задачи с программной синхронизацией.

Любая задача с аппаратной или программной синхронизацией может содержать каналы из нескольких модулей в одном контроллере.

Способы аналогового вывода данных

При выполнении операций аналогового вывода можно генерировать сигналы, используя или аппаратную или программную синхронизацию. При аппаратной синхронизации данные должны буферизироваться.

Генерация сигналов с использованием программной синхронизации

В режиме генерации с программной синхронизацией скоростью генерации данных управляет программа, посылая отдельные команды аппаратной части для того, чтобы инициировать каждое ЦАП-преобразование. В NI-DAQmx, генерация с программной синхронизацией называется аналоговым выводом с синхронизацией по запросу (On demand), а также прямым или статическим выводом. Обычно статический вывод применяется для записи одного значения, например, уровня напряжения постоянного тока.

Необходимо учитывать следующие факторы при использовании генерации с программной синхронизацией:

- Если некоторые каналы аналогового вывода модуля выполняют задачу с аппаратной синхронизацией (Waveform), ни один канал этого модуля не может быть использован для выполнения задачи с программной синхронизацией
- Можно настроить генерацию с программной синхронизацией на одновременное обновление
- В любой момент времени может быть запущена только одна задача одновременного обновления

- Задача аналогового вывода с аппаратной синхронизацией и задача одновременного обновления не могут быть запущены одновременно

Генерация сигналов с использованием аппаратной синхронизации

При генерации с использованием аппаратной синхронизации скорость генерации задается формируемым аппаратно цифровым сигналом. Этот сигнал может формироваться внутри контроллера или поступать извне.

Генерация сигналов с использованием аппаратной синхронизации обладает некоторыми преимуществами по сравнению с программной синхронизацией вывода данных:

- Время между отсчетами может быть намного меньше.
- Временные интервалы между отсчетами детерминированы.
- При аппаратной синхронизации может применяться аппаратный запуск.

В контроллере cDAQ операции цифрового вывода с аппаратной синхронизацией должны быть буферизированы.

Буферизованный аналоговый вывод

Буфер – это временное хранилище сгенерированных отсчетов в памяти компьютера. При буферизированной генерации, перед тем, как данные записываются в модули С серии, они перемещаются из буфера компьютера во встроенный FIFO буфер контроллера cDAQ.

Одной из отличительных черт операций буферизированного ввода/вывода является режим вывода отсчетов – может выводиться или массив отсчетов конечного размера (*Finite*) или может быть реализован непрерывный вывод отсчетов (*Continuous*):

- **Finite** – режим генерации заранее заданного количества отсчетов данных. После того, как указанное количество отсчетов выдано, генерация прекращается.
- **Continuous** – непрерывная генерация неопределенного количества отсчетов. Вместо того, чтобы сгенерировать заданное количество отсчетов и остановиться, непрерывная генерация продолжается до тех пор, пока вы не остановите операцию. Существует три разных режима непрерывной генерации, которые устанавливают, каким образом пишутся данные: режим регенерации, режим встроенной регенерации и режим без регенерации:
 - В режиме регенерации вы задаете буфер в памяти компьютера. Данные из буфера непрерывно загружаются в FIFO для записи. Новые данные могут быть записаны в буфер компьютера в любой момент без прекращения вывода данных. Нет ограничений на количество каналов любых сигналов, поддерживаемых в данном режиме.
 - В режиме встроенной регенерации буфер полностью загружается в FIFO, где и происходит регенерация. После того, как данные загружены, новые данные не могут быть записаны в FIFO. Для того чтобы применить режим встроенной регенерации, размер буфера должен совпадать с емкостью FIFO. Преимущество встроенной регенерации заключается в том, что после того, как началась операция вывода, обмен данными с памятью компьютера не

требуется, это исключает возникновение проблем, связанных с избыточным трафиком шины или с задержками, вносимыми операционной системой. Для режима встроенной регенерации существует ограничение – 16 каналов вывода сигналов.

- В режиме вывода без регенерации старые данные не повторяются. Новые данные должны непрерывно записываться в буфер. Если программа не пишет новые данные в буфер на достаточно высокой скорости, чтобы поддерживать генерацию, буфер опустошается и выдает ошибку. В этом режиме нет ограничений на количество каналов.

Сигналы запуска аналогового вывода

Аналоговый вывод поддерживают две разновидности запуска: запуск аналогового вывода (AO Start Trigger) и пауза аналогового вывода (AO Pause Trigger)

Эти действия может инициировать аналоговый или цифровой запуск. В любом слоте контроллера для поддержки цифрового запуска можно применять до двух модулей цифрового ввода с аппаратной синхронизацией C-серии. Аналоговый запуск может формироваться некоторыми аналоговыми модулями C-серии.

Обратитесь к параграфам [Сигнал AO Start Trigger](#) и [Сигнал AO Pause Trigger](#) для получения дополнительной информации о сигналах запуска аналогового вывода.

Сигналы синхронизации аналогового вывода

В контроллере cDAQ есть следующие сигналы тактирования аналогового вывода (Waveform generation):

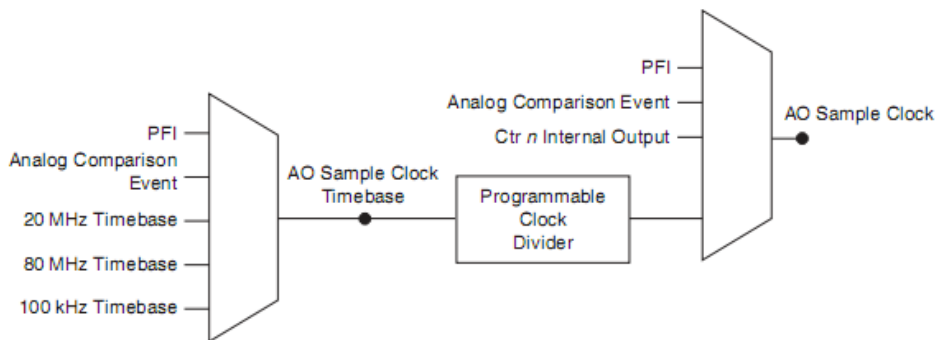
- [Сигнал AO Sample Clock*](#)
- [Сигнал AO Sample Clock Timebase](#)
- [Сигнал AO Start Trigger*](#)
- [Сигнал AO Pause Trigger Signal*](#)

Сигналы с символом * поддерживают цифровую фильтрацию. Обратитесь к параграфу [Фильтры PFI](#) раздела [Цифровой ввод-вывод и PFI](#) для получения более подробной информации.

Сигнал AO Sample Clock

Сигнал тактирования аналогового вывода (ao/SampleClock) используется для обновления всех каналов аналогового вывода в задаче. Сигнал AO Sample Clock может быть сформирован по сигналу от внешнего или внутреннего источника (рисунок 3-1.)

Рисунок 3-1. Настройка синхронизации аналогового вывода



PFI – Интерфейс с программируемыми функциями, *Analog Comparison Event* – Событие аналогового сравнения, *Ctr n Internal Output* – Внутренний выход счетчика *n*, *Timebase* – Сигнал опорной частоты, *Programmable Clock Divider* – Программируемый делитель частоты импульсов, *ao/SampleClock* – Сигнал тактирования аналогового вывода

Маршрутизация сигнала AO Sample Clock на выходной контакт

Вы можете направить сигнал AO Sample Clock на любой выходной контакт PFI. По умолчанию активный уровень импульса ao/SampleClock – высокий.

Сигнал AO Sample Clock Timebase

Импульсы опорной частоты, используемые для формирования сигналов ao/SampleClock, создаются путем деления импульсов внешнего или внутреннего источника. Импульсы сетки опорных частот не могут быть использованы в качестве выходных сигналов контроллера.

Сигнал AO Start Trigger

Используйте сигнал запуска аналогового вывода (ao/StartTrigger), чтобы инициировать генерацию сигнала. Если вы не используете запуск, то можете начать генерацию по команде программы. Если вы используете встроенный тактовый сигнал дискретизации, то можно определить значение времени задержки с момента появления сигнала запуска до первого отсчета. Для получения более подробной информации обратитесь к справочной системе *NI-DAQmx Help*.

Использование цифрового источника

Для запуска по сигналу ao/StartTrigger необходимо определить источник и фронт сигнала. В качестве источников можно использовать один из следующих сигналов:

- Импульс, формируемый управляющей программой
- Сигнал с любой линии PFI (программируемый функциональный интерфейс)
- Сигнал запуска аналогового ввода по опорному импульсу (AI Reference Trigger)
- Сигнал запуска аналогового ввода (AI Start Trigger)

Источником сигнала запуска может быть также один из некоторых внутренних сигналов контроллера cDAQ. Для получения более подробной информации обратитесь к разделу *Device Routing in MAX* справочной системы *NI-DAQmx* или к справочной системе *LabVIEW Help*.

Можно также задать начало генерации по положительному или отрицательному фронту сигнала AO Start Trigger.

Использование аналогового источника

Некоторые модули С-серии могут формировать сигнал запуска на основе аналогового сигнала. В NI-DAQmx он называется Analog Comparison Event (событие аналогового сравнения).

Если для формирования сигнала запуска применяется аналоговый источник, генерация сигнала начинается по первому положительному или отрицательному фронту сигнала Analog Comparison Event, в зависимости от условий запуска. Схема запуска по аналоговому сигналу должна быть настроена на одновременное выполнение задачи аналогового ввода.



Примечание В зависимости от характеристик модуля С-серии, вам могут потребоваться два модуля для использования аналогового запуска.

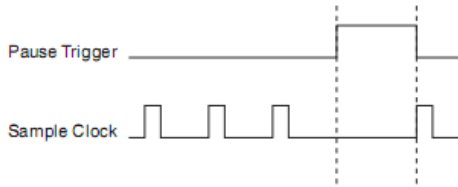
Маршрутизация сигнала запуска AO Start Trigger на выходной контакт

Вы можете направить сигнал AO Start Trigger на любой выходной контакт PFI. Выходной контакт активизируется высоким уровнем импульса.

Сигнал AO Pause Trigger

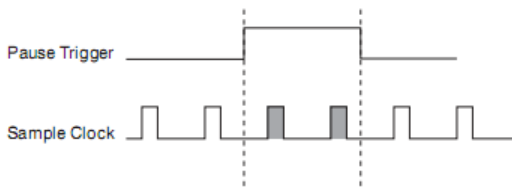
Используйте сигнал паузы аналогового вывода (ao/PauseTrigger) для приостановки записи отсчетов. Когда сигнал ao/PauseTrigger активен, отсчеты не выводятся, однако этот сигнал не блокирует вывод уже обрабатываемого отсчета. Сигнал паузы начинает действовать в момент поступления следующего отсчета.

Генерация сигналов приостанавливается сразу же после подтверждения сигнала паузы. Если источник импульсов тактирования отсчетов Sample Clock внутренний, то генерация возобновляется сразу после снятия сигнала паузы (рисунок 3-2.).

Рисунок 3-2. Сигнал АО Pause Trigger со встроенным источником импульсов тактирования отсчетов

Pause Trigger – Сигнал паузы, *Sample Clock* – Сигнал тактирования отсчетов

Если вы используете в качестве источника сигналов тактирования отсчетов любой другой сигнал, кроме внутреннего, то генерация возобновляется после снятия сигнала паузы и появления другого фронта сигнала тактирования отсчетов (рисунок 3-3.).

Рисунок 3-3. Сигнал АО Pause Trigger с другим источником импульсов тактирования отсчетов

Pause Trigger – Сигнал паузы, *Sample Clock* – Сигнал тактирования отсчетов

Использование цифрового источника

Чтобы использовать сигнал АО Pause Trigger от цифрового источника задайте источник и полярность импульса. Источником сигнала Pause Trigger может служить контакт PFI или один из нескольких внутренних сигналов контроллера cDAQ.

Вы можете также задать паузу по логически высокому уровню сигнала АО Pause Trigger, или по низкому. Для получения более подробной информации обратитесь к разделу *Device Routing in MAX* справочной системы *NI-DAQmx* или к справочной системе *LabVIEW Help*.

Использование аналогового источника

Некоторые модули С-серии могут формировать сигнал запуска на основе аналогового сигнала. В NI-DAQmx он называется Analog Comparison Event (событие аналогового сравнения).

Если применяется аналоговый источник сигнала запуска, формирование внутренних импульсов дискретизации приостанавливается при высоком или низком уровне сигнала Analog Comparison Event в зависимости от свойств запуска. Схема запуска по аналоговому сигналу должна быть настроена на одновременное выполнение задачи аналогового ввода.



Примечание В зависимости от характеристик модуля С-серии, вам могут потребоваться два модуля для использования аналогового запуска.

Минимизация выбросов в выходном сигнале

При применении ЦАП в генерируемом сигнале можно наблюдать выбросы. Это нормально: когда ЦАП переключается с одного уровня напряжения на другой, накопленные заряды приводят к выбросам. Наибольший выброс возникает, когда изменяется самый значащий бит кода ЦАП. Вы можете создать низкочастотный фильтр для избавления от некоторых из этих выбросов, в зависимости от частоты и природы выходного сигнала. Перейдите по ссылке ni.com/support для получения более подробной информации о минимизации выбросов.

Начало работы с программным обеспечением приложений аналогового вывода

Контроллер cDAQ может применяться в следующих приложениях аналогового вывода:

- Поточечная генерация (single-point или on-demand)
- Генерация сигнала ограниченной длительности (finite)
- Непрерывная генерация (continuous)
- Генерация сигналов (waveform)

Для получения более подробной информации о программировании приложений аналогового вывода и запуска обратитесь к справочной системе *NI-DAQmx Help* или к справочной системе *LabVIEW Help*.

Цифровой ввод-вывод и PFI

В данном разделе описывается цифровой ввод-вывод (DIO) и программируемый функциональный интерфейс (PFI), доступные в контроллере cDAQ.

Цифровой ввод/вывод

Для выполнения операций цифрового ввода/вывода вставьте модуль цифрового ввода/вывода C-серии в слот контроллера cDAQ. Технические характеристики, такие как количество линий, логические уровни, скорость обновления, направление передачи данных по линии определяются типом используемого модуля C-серии. Для получения более подробной информации обратитесь к документации, которая прилагается к модулям ввода/вывода C-серии.

Сравнение последовательных и параллельных модулей цифрового ввода/вывода

Последовательные модули цифрового ввода-вывода имеют более восьми линий цифрового ввода-вывода. Они могут использоваться в любом слоте контроллера и могут выполнять следующие задачи:

- Задачи цифрового ввода-вывода с программной и аппаратной синхронизацией
- Параллельные модули цифрового ввода-вывода могут использоваться в любом слоте контроллера и выполнять следующие задачи:
- Задачи цифрового ввода-вывода с программной и аппаратной синхронизацией
- Задачи таймеров/счетчиков (вплоть до двух слотов)
- Доступ к задачам сигналов PFI (вплоть до двух слотов)
- Фильтрация сигналов цифрового ввода

Задачи цифрового ввода-вывода с программной и аппаратной синхронизацией имеют следующие ограничения:

- Нельзя использовать параллельные и последовательные модули в одной и той же задаче с аппаратной синхронизацией.
- Нельзя использовать последовательные модули для работы с сигналами запуска.
- Нельзя выполнять одновременно статические задачи и задачи с синхронизацией на одном последовательном модуле.
- В последовательном двунаправленном модуле возможно выполнение аппаратной синхронизации только в одну сторону одновременно.

Для получения более подробной информации о возможностях модулей цифрового ввода/вывода, поддерживаемых контроллером cDAQ, обратитесь документу Зоны разработчика *C Series Support in NI-DAQmx*, перейдя на страницу ni.com/info и введя информационный код `rdcdaq`.

Статический цифровой ввод/вывод

Любая линия цифрового ввода/вывода может быть использована для статического цифрового ввода или цифрового вывода. Эти линии можно использовать для мониторинга или управления цифровыми сигналами в некоторых модулях С-серии. Любой канал цифрового ввода/вывода может быть индивидуально сконфигурирован на цифровой ввод (DI) или цифровой вывод (DO) в зависимости от типа применяемого модуля.

Все отсчеты линий статического цифрового ввода или обновления линий статического цифрового вывода синхронизируются программно.

Ввод цифровых сигналов

Можно вводить цифровые сигналы с помощью параллельных или последовательных цифровых модулей.

При вводе цифровых сигналов отсчеты накапливаются в FIFO. Контроллер cDAQ стробирует линии цифрового ввода-вывода по каждому положительному или отрицательному фронту сигнала, поступающего с входа di/SampleClock.

Сигналы запуска цифрового ввода

Сигнал запуска – это сигнал, который начинает или заканчивает сбор данных. Когда вы настраиваете сигнал запуска, вам необходимо решить, каким образом вы будете производить запуск, и какое действие будет его активировать. Контроллер cDAQ поддерживает внутренний программный, внешний цифровой и цифровой запуск.

Доступны три вида сигналов запуска: начала сбора данных (Start Trigger), сбор данных относительно опорного события (Reference Trigger), приостановки сбора данных (Pause Trigger). Аналоговый или цифровой запуск могут инициировать эти способа запуска. В любом слоте контроллера для поддержки цифрового запуска можно применять до двух модулей цифрового ввода с аппаратной синхронизацией С-серии. Для того, чтобы определить возможные настройки запуска модуля С серии, обратитесь к документации, которая к нему прилагается. Для получения дополнительной информации об использовании аналоговых модулей для запуска обратитесь к параграфу *Сигналы запуска аналогового ввода* раздела 2, Аналоговый ввод, и параграфу *Сигналы запуска аналогового вывода* раздела 3, Аналоговый вывод.

Обратитесь к параграфам *Сигнал DI Start Trigger*, *Сигнал DI Reference Trigger* и *Сигнал DI Pause Trigger* для получения дополнительной информации о сигналах запуска цифрового ввода.

Сигналы синхронизации цифрового ввода

В контроллере cDAQ есть следующие сигналы тактирования цифрового ввода:

- *Сигнал DI Sample Clock**
- *Сигнал DI Sample Clock Timebase*
- *Сигнал DI Start Trigger **
- *Сигнал DI Reference Trigger **
- *Сигнал DI Pause Trigger **

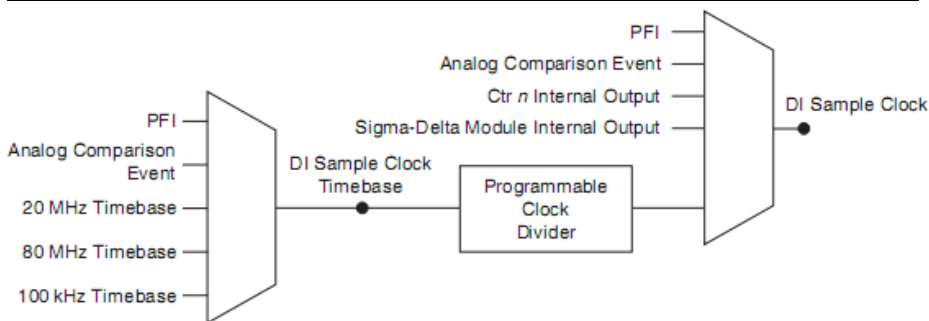
Сигналы с символом * поддерживают цифровую фильтрацию. Обратитесь к параграфу [Фильтры PFI](#) для получения дополнительной информации.

Сигнал DI Sample Clock

Сигнал синхронизации цифрового ввода (di/SampleClock) применяется для формирования отсчетов цифровых данных в любых слотах, в которых установлены цифровые модули с аппаратной синхронизацией, а также для сохранения вводимых данных в FIFO цифрового ввода. Если контроллер cDAQ получает сигнал DI SampleClock, когда память FIFO заполнена, то в программу главного компьютера отправляется сообщение об ошибке переполнения.

Одна операция задачи цифрового ввода заключается в считывании входных данных с каждого канала, указанного в задаче. Сигналы DI Sample Clock дают команду на считывание всех цифровых каналов ввода в задаче. Сигнал DI Sample Clock может быть сформирован по сигналу от внешнего или внутреннего источника (рисунок 4-1.)

Рисунок 4-1. Настройки синхронизации цифрового ввода



PFI – Интерфейс с программируемыми функциями, *Analog Comparison Event* – Событие аналогового сравнения, *Ctr n Internal Output* – Внутренний выход счетчика *n*, *Sigma-Delta Module Internal Output* – Внутренний выход модуля Sigma-Delta, *Timebase* – Сигнал опорной частоты, *Programmable Clock Divider* – Программируемый делитель частоты импульсов

Маршрутизация сигнала DI Sample Clock на выходной контакт

Вы можете направить сигнал DI Sample Clock на любой выходной контакт PFI. По умолчанию активный уровень импульса Sample Clock – высокий.

Импульсы DI Sample Clock Timebase

Импульсы опорной частоты, используемые для формирования сигналов di/SampleClock, создается путем деления импульсов внешнего или внутреннего источника. Импульсы опорной частоты не могут быть использованы в качестве выходных сигналов контроллера.

Использование внутреннего источника

Чтобы использовать сигнал DI Sample Clock с внутренним источником задайте источник и полярность сигнала. В качестве источников используйте следующие сигналы:

- AI Sample Clock (сигнал синхронизации отсчетов аналогового ввода)
- AO Sample Clock (сигнал синхронизации отсчетов аналогового вывода)
- Counter n Internal Output (сигнал с внутреннего выхода счетчика n)
- Frequency Output (выход сигнал частоты)
- DI Change Detection Output (сигнал обнаружения переключения)

Некоторые другие внутренние сигналы могут быть направлены на формирование сигнала DI Sample Clock. Для получения более подробной информации обратитесь к разделу *Device Routing in MAX* справочной системы *NI-DAQmx* или к справочной системе *LabVIEW Help*.

Использование внешнего источника

Можно использовать следующие сигналы в качестве сигналов DI Sample Clock:

- Сигнал с любой линии PFI (программируемый функциональный интерфейс)
- Analog Comparison Event – Событие аналогового сравнения (аналоговый запуск)

Можно вводить данные по положительному или отрицательному фронту сигнала DI Sample Clock.

Сигнал DI Start Trigger

Используйте сигнал запуска сбора данных DI Start Trigger для того, чтобы начать измерения. В процессе измерений производится сбор одного или более отсчетов. Если запуск сбора данных не используется, программная команда инициирует начало измерения. Начавшийся процесс сбора данных может быть завершен одним из следующих способов:

- После сбора определенного количества отсчетов (режим сбора выборки конечного размера – finite mode)
- По аппаратному опорному (reference) сигналу запуска (finite mode)
- По команде, формируемой программно (в режиме непрерывного сбора данных – continuous mode)

Режим сбора данных, при котором применяется сигнал запуска Start Trigger сбора данных (но не опорный (reference) сигнал запуска) иногда называется сбором данных с постзапуском. Это объясняется тем, что измерения производятся только после запуска.

Когда вы используете встроенный тактовый сигнал дискретизации, то можно определить значение времени задержки с момента появления сигнала запуска до первого отсчета.

Использование цифрового источника

Для запуска сбора данных по сигналу DI Start Trigger от цифрового источника необходимо определить источник и фронт сигнала. В качестве источников используйте следующие сигналы:

- Сигнал с любой линии PFI (программируемый функциональный интерфейс)
- Counter n Internal Output (сигнал с внутреннего выхода счетчика n)

Источником сигнала запуска может быть также один из некоторых других внутренних

сигналов контроллера cDAQ. Для получения более подробной информации обратитесь к разделу *Device Routing in MAX* справочной системы *NI-DAQmx* или к справочной системе *LabVIEW Help*.

Использование аналогового источника

Некоторые модули С-серии могут формировать сигнал запуска на основе аналогового сигнала. В NI-DAQmx этот сигнал называется Analog Comparison Event (событие аналогового сравнения). Если для формирования сигнала запуска DI Start Trigger применяется аналоговый источник, сбор данных начинается по первому положительному фронту сигнала Analog Comparison Event.



Примечание В зависимости от характеристик модуля С-серии, вам могут потребоваться два модуля для использования аналогового запуска.

Маршрутизация сигнала запуска DI Start Trigger на выходной контакт

Вы можете направить сигнал DI Start Trigger на любой выходной контакт PFI. Выходной контакт активизируется высоким уровнем импульса.

Сигнал DI Reference Trigger

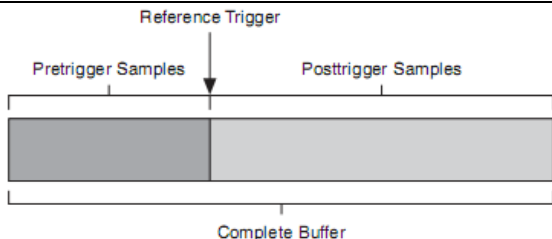
Опорный сигнал запуска di/ReferenceTrigger применяется для остановки сбора данных. Чтобы использовать опорный сигнал запуска, задайте конечный размер буфера и количество отсчетов предзапуска (pretrigger), собираемых до появления сигнала запуска. Количество отсчетов постзапуска (posttrigger), собираемых после сигнала запуска, равно разности размера буфера и количества отсчетов предзапуска.

После начала сбора данных контроллер cDAQ помещает отсчеты в буфер. Как только будет собрано указанное количество отсчетов предзапуска, контроллер переходит в состояние ожидания опорного сигнала запуска Reference Trigger. Если условие формирования опорного сигнала запуска выполнится до того, как контроллер cDAQ соберет указанное количество отсчетов предзапуска, контроллер проигнорирует его.

Если буфер переполнится, то контроллер cDAQ в непрерывном режиме освобождает его от старых отсчетов для записи следующего отсчета. Эти данные могут быть доступны (с некоторыми ограничениями), пока контроллер cDAQ не удалит их. Для получения более подробной информации обратитесь к документу базы знаний под названием *Can a Pretriggered Acquisition be Continuous?* Для доступа к документу перейдите на страницу ni.com/info и введите информационный код `rdcanq`.

После появления сигнала опорного запуска контроллер cDAQ продолжает записывать отсчеты в буфер до тех пор, пока не наберется требуемое количество отсчетов постзапуска. На рисунке 4-2 показано окончательное состояние буфера.

Рисунок 4-2. Окончательное состояние буфера при запуске Reference Trigger



Complete Buffer – Полный буфер, Pretrigger Samples – Отсчеты предзапуска, Posttrigger Samples – Отсчеты постзапуска, Reference Trigger – Опорный сигнал запуска

Использование цифрового источника

Для запуска сбора данных по сигналу DI Reference Trigger от цифрового источника необходимо определить источник и фронт сигнала. Источником сигнала Reference Trigger может служить контакт PFI или один из нескольких внутренних сигналов контроллера cDAQ.

Для получения более подробной информации обратитесь к разделу *Device Routing in MAX* справочной системы *NI-DAQmx* или к справочной системе *LabVIEW Help*.

Использование аналогового источника

Некоторые модули С-серии могут формировать сигнал запуска на основе аналогового сигнала. В NI-DAQmx этот сигнал называется Analog Comparison Event (событие аналогового сравнения).

Если для формирования сигнала запуска применяется аналоговый источник, сбор данных прекращается по первому положительному или отрицательному фронту сигнала Analog Comparison Event.



Примечание В зависимости от характеристик модуля С-серии, вам могут потребоваться два модуля для использования аналогового запуска.

Маршрутизация сигнала DI Reference Trigger на выходной контакт

Вы можете направить сигнал DI Reference Trigger на любой выходной контакт PFI. Выходной контакт по умолчанию активизируется высоким уровнем импульса.

Сигнал DI Pause Trigger

Сигнал запуска DI Pause (di/PauseTrigger) используется для того, чтобы приостановить и продолжить выполнение измерений. Пока внешний сигнал запуска активен, формирование внутренних импульсов дискретизации приостанавливается и возобновляется при переходе возврате внешнего сигнала запуска в пассивное состояние. Сигнала запуска DI Pause можно запрограммировать на активный высокий или низкий уровень.

Использование цифрового источника

Чтобы использовать сигнал DI Pause Trigger от цифрового источника задайте источник и полярность импульса. Источником сигнала может служить контакт PFI или один из нескольких внутренних сигналов контроллера cDAQ. Для получения более подробной информации обратитесь к разделу *Device Routing in MAX* справочной системы *NI-DAQmx* или к справочной системе *LabVIEW Help*.

Использование аналогового источника

Некоторые модули С-серии могут формировать сигнал запуска на основе аналогового сигнала. В NI-DAQmx этот сигнал называется Analog Comparison Event (событие аналогового сравнения).

Если применяется аналоговый источник сигнала запуска, формирование внутренних импульсов дискретизации приостанавливается при низком уровне сигнала Analog Comparison Event и возобновляется при возврате этого сигнала на высокий уровень (или наоборот).



Примечание В зависимости от характеристик модуля С-серии, вам могут потребоваться два модуля для использования аналогового запуска.



Примечание Сигнал паузы реагирует только на уровень сигнала источника, но не на изменение его фронта.

Фильтры цифрового ввода

При выполнении задачи с аппаратной синхронизацией вы можете разрешить программируемый фильтр для подавления дребезга на линиях цифрового ввода параллельного модуля цифрового ввода-вывода. Все линии модуля должны иметь одинаковую конфигурацию фильтра. При разрешении фильтра шасси выполняет сбор отсчетов со входов при помощи настраиваемого пользователем сигнала Filter Clock, получаемого делением опорной частоты шасси. Он используется, чтобы определить, когда передавать импульс в остальную часть системы. Однако фильтр также вносит джиттер во входные сигналы.

В NI-DAQmx фильтр программируется путем установки минимальной ширины импульса, T_r^6 , проходящей через фильтр. Доступный инкремент ширины составляет 25 нс. Подходящий сигнал Filter Clock выбирается драйвером. Импульсы длиной менее $1/2 T_r$ будут отклонены, а поведение фильтра при длине импульса между $1/2 T_r$ и $1 T_r$ не определено, поскольку зависит от фазы сигнала Filter Clock относительно входного сигнала.

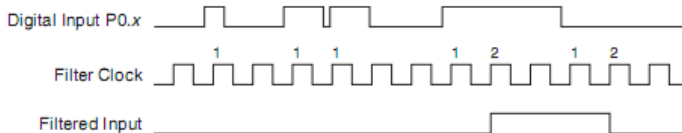
На рисунке 4-3 показан пример перехода входного сигнала с низкого уровня на высокий. Обратный переход работает аналогично.

Предположим, что на входе долгое время был низкий уровень сигнала. Далее уровень сигнала изменяется на высокий, но при этом наблюдаются несколько выбросов. Когда по двум последовательным нарастающим фронтам тактового сигнала фильтра был

⁶ T_r является номинальным значением, на которое влияют точность опорной частоты контроллера и искажение ввода-вывода

получен высокий уровень сигнала, смена уровня сигнала с низкого на высокий передается на остальную часть схемы.

Рисунок 4-3. Пример фильтра



Digital Input P0.x – цифровой ввод, Filter Clock – тактовый сигнал фильтра, Filtered Input – отфильтрованный входной сигнал

Начало работы с программными приложениями цифрового ввода

Контроллер cDAQ может применяться в следующих приложениях цифрового ввода:

- Поточечного ввода
- Ввода фиксированного количества отсчетов
- Непрерывного ввода

Событие обнаружения изменений (Change Detection Event)

Событие обнаружения изменений (Change Detection Event) – это сигнал, который генерируется при обнаружении положительного или отрицательного фронта на линии в задаче обнаружения изменений.

Маршрутизация сигнала обнаружения изменений на выходной контакт

Вы можете направить сигнал ChangeDetectionEvent на любой выходной контакт PFI.

Сбор данных при обнаружении изменений

Вы можете сконфигурировать линии цифровых модулей с аппаратной синхронизацией на обнаружение положительных или отрицательных фронтов. Когда на одной или более линий появляется заданный фронт сигнала, контроллер cDAQ фиксирует состояние всех линий в задаче. Контроль появления положительных и отрицательных фронтов в линиях не обязательно должен быть определен в задаче.

Сбор данных при обнаружении изменений может быть буферизированным или небуферизированным:

- **Небуферизированный сбор данных при обнаружении изменений** – данные передаются напрямую с контроллера cDAQ в буфер компьютера.
- **Буферизированный сбор данных при обнаружении изменений** – буфер – это

временное хранилище в памяти компьютера для сбора отсчетов. При буферизированном сборе данные передаются во встроенную память FIFO контроллера cDAQ, а затем передаются в буфер компьютера. Буферизированный сбор обычно позволяет организовать более высокую скорость передачи данных, чем небуферизированный сбор, поскольку данные накапливаются и передаются блоками, а это быстрее, чем передавать отсчеты по одному.

Цифровой вывод

Для выполнения операций цифрового вывода вставьте модуль цифрового вывода C-серии в слот контроллера cDAQ. Общие технические характеристики – количество каналов, конфигурация каналов, частота обновления, диапазон выхода определяются типом используемого модуля C-серии. Для получения более подробной информации обратитесь к документации, которая прилагается к модулям C-серии.

С параллельными модулями цифрового вывода (ранее известными как модули с аппаратной синхронизацией), вы можете запускать несколько задач с программной синхронизацией на одном модуле, а также смешивать задачи с аппаратной и программной синхронизацией. На последовательных модулях цифрового вывода (ранее известных как статические модули цифрового вывода) нельзя смешивать задачи с аппаратной и программной синхронизацией, но можно запускать несколько задач с программной синхронизацией.

Задачи и с аппаратной, и с программной синхронизацией могут включать каналы из нескольких модулей, но задача с аппаратной синхронизацией не может включать каналы одновременно из последовательных и параллельных модулей.

Способы цифрового вывода данных

При выполнении операций цифрового вывода можно генерировать сигналы, используя или аппаратную или программную синхронизацию. При аппаратной синхронизации данные должны буферизироваться.

Генерация сигналов с использованием программной синхронизации

В режиме генерации с программной синхронизацией скоростью генерации данных управляет программа, посылая отдельные команды аппаратной части для того, чтобы инициировать каждую операцию вывода цифровых данных. В NI-DAQmx, генерация с программной синхронизацией называется генерацией по запросу (On demand), а также прямым или статическим выводом. Обычно статический вывод применяется для записи одного значения.

Если какой-либо канал цифрового вывода в модуле выполняет задачу с аппаратной синхронизацией, ни один канал этого модуля не может быть использован для выполнения задачи с программной синхронизацией.

Генерация сигналов с использованием аппаратной синхронизации

При генерации с использованием аппаратной синхронизации скорость генерации задается формируемым аппаратно цифровым сигналом. Этот сигнал может формироваться внутри контроллера или поступать извне.

Генерация сигналов с использованием аппаратной синхронизации обладает

некоторыми преимуществами по сравнению с программной синхронизацией вывода данных:

- Время между отсчетами может быть намного меньше.
- Временные интервалы между отсчетами детерминированы.
- При аппаратной синхронизации может применяться аппаратный запуск.

В контроллере cDAQ операции цифрового вывода с аппаратной синхронизацией должны быть буферизированы.

Буферизованный цифровой вывод

Буфер – это временное хранилище сгенерированных отсчетов в памяти компьютера. При буферизированной генерации, перед тем, как данные записываются в модули С-серии, они перемещаются из буфера компьютера во встроенный FIFO буфер контроллера cDAQ.

Одной из отличительных черт операций буферизированного ввода/вывода является режим вывода отсчетов – может выводиться или массив отсчетов конечного размера (Finite) или может быть реализован непрерывный вывод отсчетов (Continuous):

- **Finite** – режим генерации заранее заданного количества отсчетов данных. После того, как указанное количество отсчетов выдано, генерация прекращается.
- **Continuous** – непрерывная генерация неопределенного количества отсчетов. Вместо того, чтобы сгенерировать заданное количество отсчетов и остановиться, непрерывная генерация продолжается до тех пор, пока вы не остановите операцию. Существует три разных режима непрерывной генерации, которые устанавливают, каким образом пишутся данные: режим регенерации, режим встроенной регенерации и режим без регенерации:
 - В режиме регенерации вы задаете буфер в памяти компьютера. Данные из буфера непрерывно загружаются в FIFO для записи. Новые данные могут быть записаны в буфер компьютера в любой момент без прекращения вывода данных.
 - В режиме встроенной регенерации буфер полностью загружается в FIFO, где и происходит регенерация. После того, как данные загружены, новые данные не могут быть записаны в FIFO. Для того чтобы применить режим встроенной регенерации, размер буфера должен совпадать с емкостью FIFO. Преимущество встроенной регенерации заключается в том, что после того, как началась операция вывода, обмен данными с памятью компьютера не требуется, это исключает возникновение проблем, связанных с избыточным трафиком шины или с задержками, вносимыми операционной системой.
 - В режиме вывода без регенерации старые данные не повторяются. Новые данные должны непрерывно записываться в буфер. Если программа не пишет новые данные в буфер на достаточно высокой скорости, чтобы поддерживать генерацию, буфер опустошается и выдает ошибку.

Сигналы запуска цифрового вывода

Цифровой вывод поддерживает две разновидности запуска: запуск цифрового вывода

(DO Start Trigger) и пауза цифрового вывода (DO Pause Trigger)

Эти действия может инициировать аналоговый или цифровой запуск. Любой терминал PFI может обеспечить цифровой запуск, а некоторые модули С-серии способны обеспечить аналоговый запуск. Для получения более подробной информации обратитесь к документации, которая прилагается к модулям С-серии.

Обратитесь к параграфам *Сигнал DO Start Trigger* и *Сигнал DO Pause Trigger* для получения дополнительной информации о сигналах запуска цифрового вывода.

Сигналы синхронизации цифрового вывода

В контроллере cDAQ есть следующие сигналы тактирования цифрового вывода:

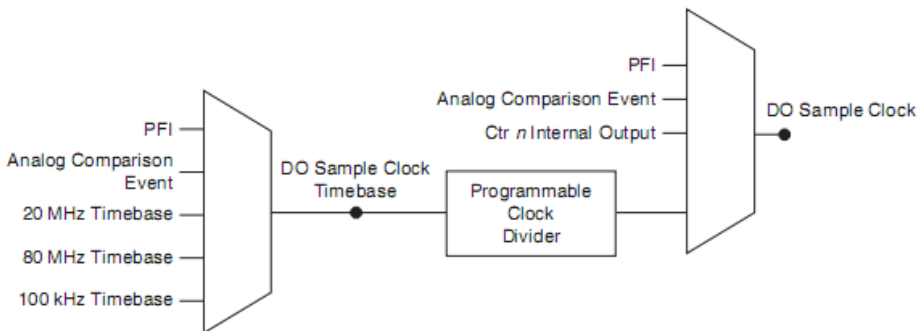
- *Сигнал DO Sample Clock**
- *Сигнал DO Sample Clock Timebase*
- *Сигнал DO Start Trigger **
- *Сигнал DO Pause Trigger **

Сигналы с символом * поддерживают цифровую фильтрацию. Обратитесь к параграфу *Фильтры PFI* для получения дополнительной информации.

Сигнал DO Sample Clock

Сигнал тактирования цифрового вывода (do/SampleClock) используется для обновления всех каналов цифрового вывода в задаче. Сигнал DO Sample Clock может быть сформирован по сигналу от внешнего или внутреннего источника (рисунок 4-4.)

Рисунок 4-4. Настройка синхронизации цифрового вывода



PFI – Интерфейс с программируемыми функциями, Analog Comparison Event – Событие аналогового сравнения, Ctr n Internal Output – Внутренний выход счетчика n, Timebase – Сигнал опорной частоты, Programmable Clock Divider – Программируемый делитель частоты импульсов, do/SampleClock - Сигнал тактирования цифрового вывода

Маршрутизация сигнала DO Sample Clock на выходной контакт

Вы можете направить сигнал DO Sample Clock на любой выходной контакт PFI. По

умолчанию активный уровень импульса DO SampleClock – высокий.

Импульсы DO Sample Clock Timebase

Импульсы опорной частоты, используемые для формирования сигналов do/SampleClock, создаются путем деления импульсов внешнего или внутреннего источника. Импульсы сетки опорных частот не могут быть использованы в качестве выходных сигналов контроллера.

Сигнал DO Start Trigger

Используйте сигнал запуска цифрового вывода (do/StartTrigger), чтобы инициировать генерацию сигнала. Если вы не используете запуск, то можете начать генерацию по команде программы. Если вы используете встроенный тактовый сигнал дискретизации, то можно определить значение времени задержки с момента появления сигнала запуска до первого отсчета. Для получения более подробной информации обратитесь к справочной системе *NI-DAQmx Help*.

Использование цифрового источника

Для запуска по сигналу DO Start Trigger необходимо определить источник и фронт сигнала. В качестве источников можно использовать один из следующих сигналов:

- Импульс, формируемый управляющей программой
- Сигнал с любой линии PFI (программируемый функциональный интерфейс)
- Сигнал запуска аналогового ввода по опорному импульсу (AI Reference Trigger)
- Сигнал запуска аналогового ввода (AI Start Trigger)

Источником сигнала запуска может быть также один из некоторых внутренних сигналов контроллера cDAQ. Для получения более подробной информации обратитесь к разделу *Device Routing in MAX* справочной системы *NI-DAQmx* или к справочной системе *LabVIEW Help*.

Можно также задать начало генерации по положительному или отрицательному фронту сигнала DO Start Trigger.

Использование аналогового источника

Некоторые модули С-серии могут формировать сигнал запуска на основе аналогового сигнала. В NI-DAQmx он называется Analog Comparison Event (событие аналогового сравнения).

Если для формирования сигнала запуска применяется аналоговый источник, генерация сигнала начинается по первому положительному или отрицательному фронту сигнала Analog Comparison Event, в зависимости от условий запуска. Схема запуска по аналоговому сигналу должна быть настроена на одновременное выполнение задачи аналогового ввода.



Примечание В зависимости от характеристик модуля С-серии, вам могут потребоваться два модуля для использования аналогового запуска.

Маршрутизация сигнала запуска DO Start Trigger на выходной контакт

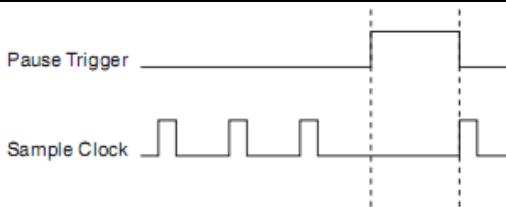
Вы можете направить сигнал DO Start Trigger на любой выходной контакт PFI. Выходной контакт активизируется высоким уровнем импульса.

Сигнал DO Pause Trigger

Используйте сигнал паузы цифрового вывода (do/PauseTrigger) для приостановки записи отсчетов. Когда сигнал DO Pause Trigger активен, отсчеты не выводятся, однако этот сигнал не блокирует вывод уже обрабатываемого отсчета. Сигнал паузы начинает действовать в момент поступления следующего отсчета.

Генерация сигналов приостанавливается сразу же после подтверждения сигнала паузы. Если источник импульсов тактирования отсчетов Sample Clock внутренний, то генерация возобновляется сразу после снятия сигнала паузы (рисунок 4-5).

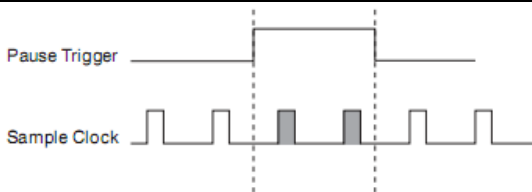
Рисунок 4-5. Сигнал DO Pause Trigger со встроенным источником импульсов тактирования отсчетов



Pause Trigger – Сигнал паузы, *Sample Clock* – Сигнал тактирования отсчетов

Если вы используете в качестве источника сигналов тактирования отсчетов любой другой сигнал, кроме внутреннего, то генерация возобновляется после снятия сигнала паузы и появления другого фронта сигнала тактирования отсчетов (рисунок 4-6).

Рисунок 4-6. Сигнал DO Pause Trigger с другим источником импульсов тактирования отсчетов



Pause Trigger – Сигнал паузы, *Sample Clock* – Сигнал тактирования отсчетов

Использование цифрового источника

Чтобы использовать сигнал DO Pause Trigger от цифрового источника задайте источник и полярность импульса. Источником сигнала Pause Trigger может служить контакт PFI или один из нескольких внутренних сигналов контроллера cDAQ.

Вы можете также задать паузу по логически высокому уровню сигнала DO Pause Trigger, или по низкому. Для получения более подробной информации обратитесь к разделу *Device Routing in MAX* справочной системы *NI-DAQmx* или к справочной системе *LabVIEW Help*.

Использование аналогового источника

Некоторые модули С-серии могут формировать сигнал запуска на основе аналогового сигнала. В NI-DAQmx он называется Analog Comparison Event (событие аналогового сравнения).

Если применяется аналоговый источник сигнала запуска, формирование внутренних импульсов дискретизации приостанавливается при высоком или низком уровне сигнала Analog Comparison Event в зависимости от свойств запуска. Схема запуска по аналоговому сигналу должна быть настроена на одновременное выполнение задачи аналогового ввода.



Примечание В зависимости от характеристик модуля С-серии, вам могут потребоваться два модуля для использования аналогового запуска.

Начало работы с программными приложениями цифрового вывода

Контроллер cDAQ может применяться в следующих приложениях цифрового вывода:

- Поточечная генерация (single-point или on-demand)
- Генерация сигнала ограниченной длительности (finite)
- Непрерывная генерация (continuous)

Для получения более подробной информации о программировании приложений цифрового вывода и запуска обратитесь к справочной системе *NI-DAQmx Help* или к справочной системе *LabVIEW Help*.

Конфигурация цифрового ввода/вывода для NI 9401

При изменении конфигурации линий цифрового модуля NI 9401 с входа на выход (или наоборот) NI-DAQmx временно резервирует все линии этого модуля для того, чтобы передать команду конфигурации линий. Поэтому необходимо заранее зарезервировать задачу при помощи функции DAQmx Control Task до запуска любой задачи. Если другая задача или маршрут активно используют модуль, то для того чтобы избежать конфликта, NI-DAQmx выдаст ошибку вместо того, чтобы послать команду конфигурирования линии. Во время исполнения команды конфигурирования линии паразитные выбросы на выходе не появляются.

PFI (Программируемый функциональный интерфейс)

Можно сконфигурировать каналы цифрового модуля с аппаратной синхронизацией как линии (контакты) интерфейса PFI. Также контроллер cDAQ имеет один терминал для PFI на передней панели. Для доступа к терминалу PFI контроллера cDAQ могут

использоваться один или два цифровых модуля. Вы можете использовать терминал PFI контроллера cDAQ для пробуждения контроллера из состояния с низким потреблением мощности. Вы можете управлять событием пробуждения логическими сигналами с высоким активным уровнем. За более подробной информацией о входных характеристиках обратитесь к документации на ваш контроллер cDAQ.

Вы можете сконфигурировать каждый разъем PFI следующим образом:

- Входной сигнал синхронизации для аналогового ввода, аналогового вывода, цифрового ввода, цифрового вывода или для выполнения функций счетчика/таймера
- Выходной сигнал синхронизации для аналогового ввода, аналогового вывода, цифрового ввода, цифрового вывода или для выполнения функций счетчика/таймера

Фильтры PFI

Вы можете разрешить программируемый фильтр для уменьшения дребезга каждого сигнала PFI. При разрешении фильтра контроллер выполняет сбор отсчетов со входов при помощи настраиваемого пользователем сигнала Filter Clock, получаемого делением опорной частоты контроллера. Он используется, чтобы определить, когда передавать импульс в остальную часть системы.

Однако фильтр также вносит джиттер во входные сигналы.

Ниже показан пример перехода входного сигнала с низкого уровня на высокий. Обратный переход работает аналогично.

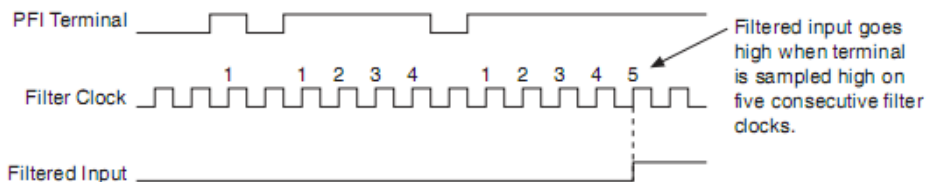
Предположим, что на входе долгое время был низкий уровень сигнала. Далее уровень сигнала изменяется на высокий, но при этом наблюдаются несколько выбросов. Когда по двум последовательным фронтам тактового сигнала фильтра был получен высокий уровень сигнала, смена уровня сигнала с низкого на высокий передается на остальную часть схемы. Значение N зависит от настроек фильтра, как показано в таблице 4-1.

Таблица 4-1. Доступные настройки фильтра PFI

Настройка фильтра	Тактовый сигнал фильтра	Джиттер	Минимальная пропускная ширина импульса	Максимальная не пропускаемая ширина импульса
112.5 нс (короткий)	80 МГц	12.5 нс	112.5 нс	100 нс
6.4 мкс (средний)	80 МГц	12.5 нс	6,4 мкс	6,3875 мкс
2.56 мс (высокий)	100 кГц	10 мкс	2.56 мс	2.55 мс
Пользовательский	Настраиваемый пользователем	1 период тактового сигнала	T_{user}	T_{user} - (1 период тактового сигнала)
* Ширина импульсов является номинальным значением, на которое влияют точность опорной частоты шаши и искажение ввода-вывода.				

При включении питания фильтры отключены. На рисунке 4-7 показан пример перехода сигнала с низкого уровня на высокий на входе с пользовательским фильтром с $N = 5$.

Рисунок 4-7. Пример фильтра PFI

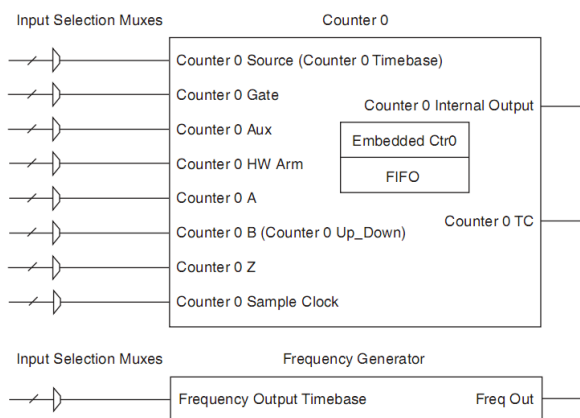


PFI Terminal – терминал PFI, Filter Clock – тактовый сигнал фильтра, Filtered Input – отфильтрованный входной сигнал, Filtered Input goes high when terminal is sampled high on five consecutive filter clocks – на выходе фильтра появляется высокий уровень сигнала, когда на терминале наблюдается высокий уровень сигнала в течение пяти последовательных тактовых отсчетов.

Счетчики

В контроллере cDAQ есть четыре 32-битных счетчика/таймера общего назначения и один генератор частот. Счетчики/таймеры общего назначения могут применяться во многих приложениях для измерений параметров и генерации импульсов. На рисунке 5-1 показан счетчик контроллера cDAQ и генератор частот. Все четыре счетчика контроллера cDAQ одинаковы.

Рисунок 5.1. Счетчик 0 NI cDAQ-9188 и генератор частот



Input Selection Muxes – Мультиплексоры выбора входов, Counter 0 – Счетчик 0, Frequency Generator – Генератор частот, Counter 0 Source (Counter 0 Timebase) – Источник для счетчика 0 (Опорная частота для счетчика 0), Counter 0 Gate – Вход разрешения Счетчика 0, Counter 0 Aux – Дополнительный вход Счетчика 0, Counter 0 HW Arm – Дополнительный аппаратный вход запуска Счетчика 0, Counter 0 A – Вход A Счетчика 0, Counter 0 B (Counter 0 Up_Down) – Вход B Счетчика 0 (Сложение-Вычитание), Counter 0 Z – Вход Z Счетчика 0, Counter 0 Sample Clock – Вход тактирования отсчетов Счетчика 0, Counter 0 Internal Output – Внутренний выход Счетчика 0, Counter 0 TC – Выход переноса Счетчика 0, Embedded Ctr0/FIFO – Встроенный счетчик Ctr0/FIFO счетчика 0, Frequency Output Timebase – Опорная частота для выхода, Freq Out – Выход частот

У счетчиков восемь входных сигналов, хотя для большинства приложений используются только некоторые из них.

Для получения более подробной информации о подключении счетчика обратитесь в раздел [Подключение счетчика/таймера по умолчанию](#).

В каждом счетчике есть блок FIFO, который может быть использован для буферизации при сборе и генерации сигналов. Каждый счетчик также содержит встроенный счетчик (Embedded Ctrn) для схем измерения и генерации с двумя счетчиками. Встроенные счетчики не могут быть запрограммированы независимо от основного счетчика, сигналы встроенного счетчика не маршрутизируются.

Механизм синхронизации счетчика

В отличие от аналогового ввода, аналогового вывода, цифрового ввода и цифрового вывода счетчики контроллера cDAQ не выполняют деления импульсов опорной частоты и не формируют внутренний сигнал синхронизации отсчетов счетчика. Для синхронизации отсчетов нужен внешний источник. В качестве таких сигналов источников можно использовать:

- AI Sample Clock (сигнал синхронизации отсчетов аналогового ввода)
- Сигнал запуска аналогового ввода (AI Start Trigger)
- Сигнал запуска аналогового ввода по опорному событию (AI Reference Trigger)
- AO Sample Clock (сигнал синхронизации отсчетов аналогового вывода)
- DI Sample Clock (сигнал синхронизации отсчетов цифрового ввода)
- DI Start Trigger (сигнала запуска цифрового ввода)
- DO Sample Clock (сигнал синхронизации отсчетов цифрового вывода)
- Counter n Internal Output (сигнал с выхода внутреннего счетчика n)
- Freq Out (выход частот)
- PFI (Программируемый функциональный интерфейс)
- Change Detection Event (Событие обнаружения изменений)
- Analog Comparison Event (Событие аналогового сравнения)

Не для всех операций счетчиков требуется сигнал синхронизации. Например, при простом буферизированном измерении длительности импульса данные фиксируются по каждому фронту импульса. В этом случае измеряемый сигнал определяет момент фиксации данных. Такие операции называются операциями с неявной (implicit) синхронизацией. Однако многие подобные измерения могут тактироваться внутренними сигналами. Такие операции называют операциями с синхронизацией отсчетов. В таблице 5-1 показаны варианты разных видов измерений.

Таблица 5-1. Синхронизация измерений, выполняемых с помощью счетчика

Вид измерений	Поддержка неявной синхронизации	Поддержка синхронизации при помощи тактового сигнала
Счет фронтов (с буферизацией)	Нет	Есть
Длительность импульсов (с буферизацией)	Есть	Есть
Параметры импульсов (с буферизацией)	Есть	Есть
Полупериод (с буферизацией)	Есть	Нет
Частота (с буферизацией)	Есть	Есть
Период (с буферизацией)	Есть	Есть
Перемещение (с буферизацией)	Нет	Есть
По фронтам двух сигналов (с буферизацией)	Есть	Есть

Приложения ввода данных с помощью счетчиков

В следующих разделах перечислены различные приложения операций ввода с использованием счетчиков, доступные в контроллере cDAQ:

- [Counting Edges \(Счет фронтов\)](#)
- [Pulse-Width Measurement \(Измерение длительности импульса\)](#)
- [Pulse Measurement \(Измерение параметров импульса\)](#)
- [Semi-Period Measurement \(Измерение полупериода\)](#)
- [Frequency Measurement \(Измерение частоты\)](#)
- [Period Measurement \(Измерение периода\)](#)
- [Position Measurement \(Измерение перемещений\)](#)

Счет фронтов

В приложениях счета фронтов счетчик подсчитывает количество фронтов импульсов, поступающих на счетный вход (Source) после запуска счетчика. Вы можете сконфигурировать счетчик на подсчет положительных или отрицательных фронтов входного сигнала. Вы можете также управлять направлением счета (сложение или вычитание), как это описано в разделе [Управление направлением счета](#). Содержимое счетчика может быть прочитано по запросу или по сигналу синхронизации отсчета.

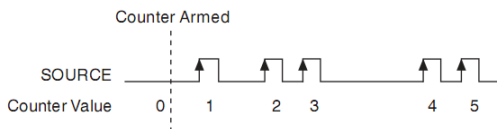
Обратитесь к следующим разделам для получения дополнительной информации:

- [Однократный \(по запросу\) счет фронтов](#)
- [Буферизированный \(по сигналу Sample Clock\) счет фронтов](#)

Однократный (по запросу) счет фронтов

При однократном (по запросу) счете фронтов счетчик подсчитывает количество фронтов импульсов, поступающих на вход Source после запуска счетчика. Подсчет «по запросу» означает, что программа может прочитать содержимое счетчика в любой момент времени, не останавливая процесс счета. На рисунке 5-2 приведен пример однократного счета импульсов.

Рисунок 5-2. Однократный (по запросу) счет фронтов

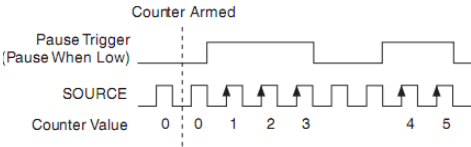


Counter Armed – Счетчик запущен, SOURCE – Источник, Counter Value – Результат счета

Вы можете также использовать сигнал паузы для того, чтобы приостановить (или запретить) счет. Когда сигнал паузы активен, счетчик игнорирует фронты импульсов, поступающих на вход Source. Когда сигнал паузы неактивен, счетчик подсчитывает фронты в нормальном режиме.

Можно направить сигнал паузы на вход Gate счетчика. Вы можете настроить счетчик на приостановку счета по высокому или низкому уровню сигнала паузы. На рисунке 5-3 приведен пример подсчета фронтов по запросу с сигналом паузы.

Рисунок 5-3. Однократный (по запросу) счет фронтов с сигналом паузы



Counter Armed – Счетчик запущен, Pause Trigger (Pause When Low) – Сигнал паузы (Приостановить при низком уровне сигнала), SOURCE – Источник, Counter Value – Результат счета

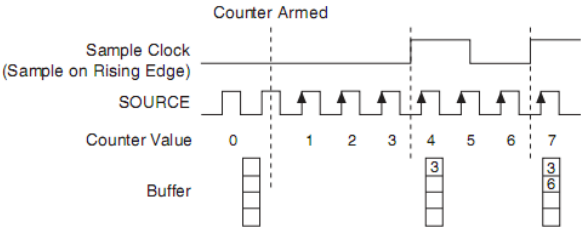
Буферизированный (по сигналу Sample Clock) счет фронтов

При буферизированном счете фронтов (счет фронтов с использованием сигнала синхронизации отсчетов) счетчик подсчитывает количество фронтов импульсов, поступающих на вход Source после запуска счетчика. Считывание содержимого счетчика происходит по каждому активному фронту сигнала синхронизации отсчетов и сохраняется в FIFO. Блок STC3 перемещает результаты счета в память компьютера, используя высокоскоростную потоковую передачу данных.

Результаты счета возвращают накопленные значения с момента запуска счетчика. То есть, сигнал считывания не сбрасывает счетчик. Можно настроить счетчик на считывание значений по положительному или отрицательному фронту сигнала синхронизации отсчетов.

На рисунке 5-4 приведен пример буферизированного счета фронтов. Обратите внимание, что счет начинается после запуска счетчика, который осуществляется до поступления первого активного фронта сигнала синхронизации отсчетов.

Рисунок 5-4. Буферизированный (по сигналу Sample Clock) счет фронтов



Counter Armed – Счетчик запущен, Sample Clock (Sample on Rising Edge) – Сигнал синхронизации отсчетов (по положительному фронту), SOURCE – Источник, Counter Value – Результат счета

Управление направлением счета

В приложениях счета фронтов счетчик может считать как в прямом, так и в обратном направлениях. Вы можете настроить счетчик на следующие режимы:

- считать только в прямом направлении (на сложение)
- считать только в обратном направлении (на вычитание)

- считать в прямом направлении при высоком уровне сигнала на входе В Счетчика 0;
считать в обратном направлении – при низком

Для получения более подробной информации о подключении счетчика обратитесь в раздел [Подключение счетчика/таймера по умолчанию](#).

Измерение длительности импульса

При измерении длительности импульса счетчик измеряет длительность импульса на входе Gate. Можно настроить счетчик на измерение длительности высокого или низкого уровня импульса на входе Gate.

Вы можете направить внутренний или внешний периодический тактовый сигнал (с известным периодом) на вход источника счетчика Source. Счетчик подсчитывает количество положительных (или отрицательных) фронтов импульсов на входе Source, пока сигнал на входе Gate активен.

Вы можете вычислить длительность импульса умножением периода импульсов на входе Source на количество фронтов, возвращенных счетчиком.

Измерение длительности импульса будет верным, даже если счетчик был запущен во время следования импульсов. Если счетчик запущен во время активного уровня импульса, он будет ожидать следующего перехода в активное состояние и после этого начнется измерение.

Обратитесь к следующим разделам для получения более подробной информации об измерении длительности импульсов с помощью контроллера cDAQ:

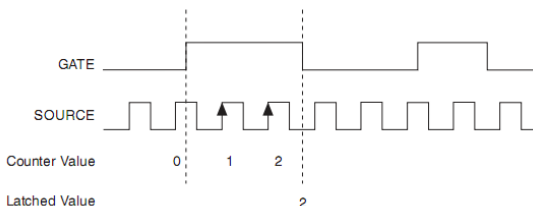
- [Однократное измерение длительности импульса](#)
- [Неявное буферизированное измерение длительности импульса](#)
- [Измерение длительности импульса с буферизацией по синхроимпульсам отсчетов](#)

Однократное измерение длительности импульса

При однократном измерении длительности импульса счетчик подсчитывает количество фронтов на входе Source, пока сигнал на входе Gate активен. Когда уровень на входе Gate становится неактивным, счетчик сохраняет результат счета в FIFO и игнорирует остальные фронты импульсов, поступающие на входы Gate и Source. Программа считывает запомненный отсчет.

На рисунке 5-5 приведен пример однократного измерения длительности импульса.

Рисунок 5-5. Однократное измерение длительности импульса



GATE – Вход разрешения счета, SOURCE – Источник, Counter Value – Результат счета,
Latched Value – Зафиксированное значение

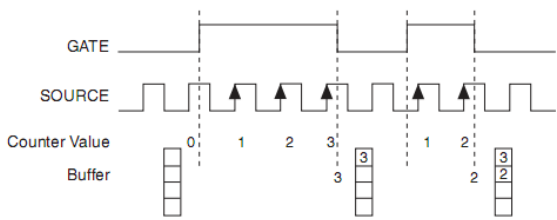
Неявное буферизированное измерение длительности импульса

Неявное буферизированное измерение длительности импульса похоже на однократное измерение длительности импульса, но результат измерения в этом случае получают для нескольких импульсов.

Счетчик подсчитывает количество фронтов на входе Source пока активный (Gate) вход остается активным. На каждый завершающий фронт сигнала на входе Gate счетчик сохраняет результат счет в FIFO счетчика. Блок STC3 перемещает результаты счета в память компьютера, используя высокоскоростную потоковую передачу данных.

На рисунке 5-6 приведен пример неявного буферизированного измерения длительности импульса.

Рисунок 5-6. Неявное буферизированное измерение длительности импульса



GATE – Вход разрешения счета, SOURCE – Источник, Counter Value – Результат счета, Buffer – Буфер

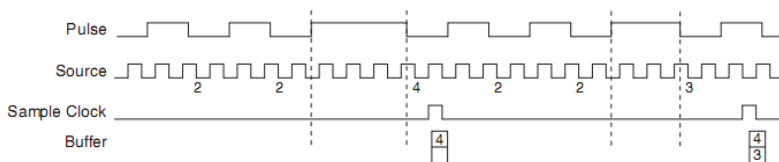
Измерение длительности импульса с буферизацией по синхрои́мпульсам отсчетов

Измерение длительности импульса с буферизацией по синхрои́мпульсам отсчетов похоже на однократное измерение длительности импульса, но результат измерения в этом случае получают по нескольким импульсам, синхронизируясь с импульсами отсчетов.

Счетчик подсчитывает количество фронтов на входе Source пока активный (Gate) вход остается активным. На каждый фронт импульса синхронизации отсчетов счетчик сохраняет результат счета для последнего измеряемого импульса. Блок STC3 перемещает результаты счета в память компьютера, используя высокоскоростную потоковую передачу данных.

На рисунке 5-7 приведен пример измерения длительности импульса с буферизацией по импульсам синхронизации отсчетов.

Рисунок 5-7. Измерение длительности импульса с буферизацией по синхроимпульсам отсчетов



Pulse – Импульс, SOURCE – Источник, Sample Clock – Импульс синхронизации отсчетов, Buffer – Буфер



Примечание Если измеряемый импульс не приходит между импульсами синхронизации отсчетов, возникает ошибка перезапуска.

Для получения более подробной информации о подключении счетчика обратитесь в раздел [Подключение счетчика/таймера по умолчанию](#).

Измерение параметров импульса

При измерении параметров импульса счетчик измеряет длительность высокого и низкого уровней импульса на входе Gate после запуска счетчика. Импульс определяется длительностью высокого и низкого уровней, количеством меток времени на высоком и низком уровнях или частотой и коэффициентом заполнения. Это похоже на измерение длительности импульса, за исключением того, что измерения производятся и в пассивной части импульса.

Вы можете направить внутренний или внешний периодический тактовый сигнал (с известным периодом) на вход Source счетчика. Счетчик подсчитывает количество положительных (или отрицательных) фронтов, поступающих на вход Source между двумя фронтами сигнала на входе Gate.

Вы можете вычислить длительность высокого и низкого уровней импульса на входе Gate умножением периода сигнала на входе Source на количество фронтов, возвращаемое счетчиком.

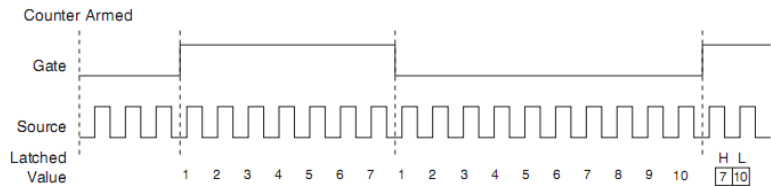
Обратитесь к следующим разделам для получения более подробной информации о вариантах измерения параметров импульсов при использовании контроллера cDAQ:

- [Однократное измерение параметров импульса](#)
- [Неявное буферизованное измерение параметров импульса](#)
- [Измерение параметров импульса с буферизацией по синхроимпульсам отсчетов](#)

Однократное измерение параметров импульса

Однократное (по запросу) измерение параметров импульса эквивалентно двум однократным измерениям количества меток времени, вмещающимся на высоком (H) и низком (L) уровнях импульса, как показано на рисунке 5-8.

Рисунок 5-8. Однократное (по запросу) измерение параметров импульса



Counter Armed – Счетчик запущен, GATE – Вход разрешения счета, SOURCE – Источник, Latched Value – Результат счета

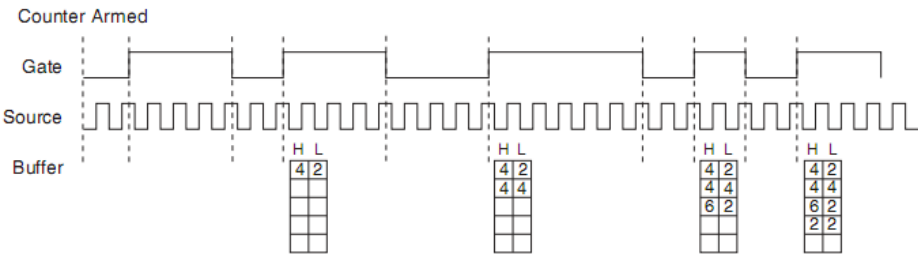
Неявное буферизированное измерение параметров импульса

При неявном буферизированном измерении параметров импульса на каждый фронт сигнала на входе Gate счетчик сохраняет отсчеты в FIFO. Блок STC3 передает запомненные значения в память компьютера, используя высокоскоростную потоковую передачу данных.

Счетчик начинает счет по сигналу запуска. Запуск обычно происходит между фронтами сигнала на входе Gate, но счет не начинается до тех пор, пока не придет требуемый фронт. Вы можете выбрать первым для считывания параметр высокого или низкого уровней импульса с помощью свойства **StartingEdge** (Фронт старта) в NI-DAQmx.

На рисунке 5-9 приведен пример неявного буферизированного измерения параметров импульса.

Рисунок 5-9. Неявное буферизированное измерение параметров импульса



Counter Armed – Счетчик запущен, GATE – Вход разрешения счета, SOURCE – Источник, Buffer – Буфер

Измерение параметров импульса с буферизацией по синхроиимпульсам отсчетов

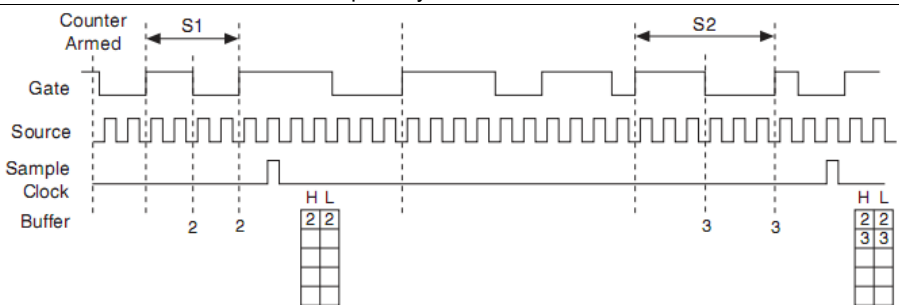
Этот способ измерения похож на однократное измерение параметров импульса, отличаясь лишь тем, что результат измерения в этом случае получают по нескольким импульсам, синхронизируясь с импульсами отсчетов.

Счетчик выполняет измерение параметров импульса на входе Gate. По каждому

фронту импульса синхронизации отсчетов результат счета количества меток времени на высоком и низком уровнях последнего измеренного импульса на входе Gate сохраняется в FIFO. Блок STC3 перемещает результаты счета в память компьютера, используя высокоскоростную потоковую передачу данных.

На рисунке 5-10 приведен пример измерения параметров импульса с буферизацией по синхрои́мпульсам отсчетов.

Рисунок 5-10. Измерение параметров импульса с буферизацией по синхрои́мпульсам отсчетов



Counter Armed – Счетчик запущен, GATE – Вход разрешения счета, SOURCE – Источник, Sample Clock – Импульс синхронизации отсчетов, Buffer – Буфер



Примечание Если измеряемый импульс не приходит между импульсами синхронизации отсчетов, возникает ошибка перезапуска.

Для получения более подробной информации о подключении счетчика обратитесь в раздел [Подключение счетчика/таймера по умолчанию](#).

Измерение полупериода

При измерении полупериода счетчик измеряет полупериод сигнала на входе Gate после запуска счетчика. Полупериод – это время между любыми двумя последовательными фронтами сигнала на входе Gate.

Вы можете направить внутренний или внешний периодический тактовый сигнал (с известным периодом) на вход Source счетчика. Счетчик подсчитывает количество положительных (или отрицательных) фронтов, поступающих на вход Source между двумя фронтами сигнала на входе Gate.

Вы можете вычислить полупериод сигнала на входе Gate умножением периода сигнала на входе Source на количество фронтов, возвращаемых счетчиком.

Обратитесь к следующим разделам для получения более подробной информации об измерении полупериода:

- [Однократное измерение полупериода](#)
- [Неявное буферизованное измерение полупериода](#)

Обратитесь к разделу [Сравнение измерения параметров импульсов и измерения](#)

[полупериода](#) для получения более подробной информации о различиях между измерениями полупериода и измерениями параметров импульсов.

Однократное измерение полупериода

Однократное измерение полупериода эквивалентно однократному измерению длительности импульса.

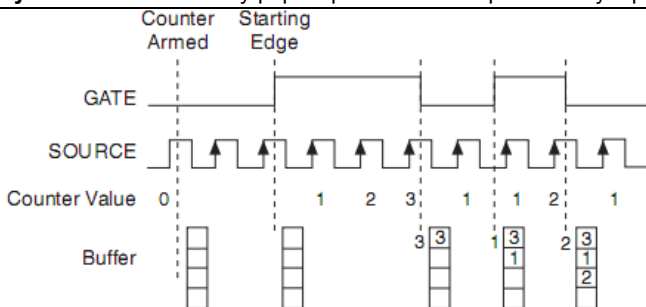
Неявное буферизированное измерение полупериода

При неявном буферизированном измерении полупериода на каждый фронт сигнала на входе Gate счетчик сохраняет отсчеты в FIFO. Блок STC3 перемещает результаты счета в память компьютера, используя высокоскоростную потоковую передачу данных.

Счетчик начинает счет по сигналу запуска. Запуск обычно происходит между фронтами сигнала на входе Gate. Вы можете выбрать первым для считывания длительность высокого или низкого полупериода импульса с помощью свойства **CI.SemiPeriod.StartingEdge** (Фронт старта при измерении полупериода) в NI-DAQmx.

На рисунке 5-11 приведен пример неявного буферизированного измерения полупериода импульса.

Рисунок 5-11. Неявное буферизированное измерение полупериода



Counter Armed – Счетчик запущен, GATE – Вход разрешения счета, Starting Edge – Фронт старта, SOURCE – Источник, Counter Value – Результат счета, Buffer – Буфер

Для получения более подробной информации о подключении счетчика обратитесь в раздел [Подключение счетчика/таймера по умолчанию](#)

Сравнение измерения параметров импульсов и измерения полупериода

В аппаратных средствах измерения параметров импульса и измерение полупериода – это одно и то же. Оба измеряют длительность высокого и низкого уровней импульса. Функционально они отличаются способом возврата данных. При измерении полупериода каждая длительность высокого и низкого уровней рассматривается как отдельный отсчет данных и возвращается в секундах или тактах (метках времени). При измерении параметров импульса каждая пара значений длительностей высокого и низкого уровней рассматривается как один отсчет и возвращается как парный отсчет в

единицах частоты и коэффициента заполнения, длительностей высокого и низкого уровней импульсов или количества меток времени, вмещающихся на высоком и низком уровне импульса. При считывании 10 отсчетов измерения полупериода получают массив из пяти длительностей высокого и низкого уровней. При считывании 10 отсчетов измерения параметров импульсов вы получите массив из 10 пар длительностей высокого и низкого уровней.

Кроме того, измерения параметров импульсов поддерживают работу с импульсами синхронизации отсчетов, тогда как измерения полупериода – нет.

Измерение частоты

Измерение частоты с помощью счетчиков можно выполнять несколькими различными способами. Обратитесь к следующим разделам для получения более подробной информации об измерении частоты с использованием контроллера cDAQ:

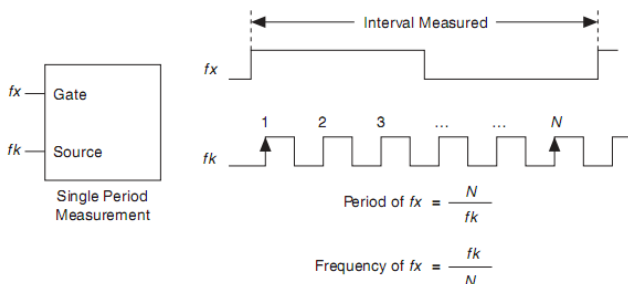
- *Low Frequency with One Counter (измерение низкой частоты с использованием одного счетчика)*
- *High Frequency with Two Counters (измерение высокой частоты с использованием двух счетчиков)*
- *Large Range of Frequencies with Two Counters (измерение частот в широком диапазоне с использованием двух счетчиков)*
- *Sample Clocked Buffered Frequency Measurement (измерение частоты с буферизацией импульсами синхронизации отсчетов)*

Измерение низкой частоты с использованием одного счетчика

Измерение низкой частоты сигналов с помощью одного счетчика осуществляется путем измерения одного периода сигнала с использованием известной опорной частоты.

Сигнал (f_x), частоту которого нужно измерить, можно направить на вход Gate, а сигнал известной опорной частоты (f_k) – на вход Source счетчика. В качестве сигнала опорной частоты может быть использован сигнал частотой 80 МГц, 20 МГц или 100 кГц от внутреннего источника, или любой другой сигнал известной частоты.

Счетчик можно настроить на измерение одного периода сигнала на входе Gate. Значение частоты f_x есть величина, обратная периоду. На рисунке 5-12 проиллюстрирован этот метод.

Рисунок 5-12. Измерение низкой частоты с использованием одного счетчика

Single Period Measurement – Измерение одного периода, Interval Measured – Измеряемый интервал, Period of f_x – Период f_x , Frequency of f_x – Частота f_x , Gate – Вход разрешения счета, Source – Источник, N – Количество временных меток (периодов сигнала опорной частоты f_k)

Измерение высокой частоты с использованием двух счетчиков

При измерении высокой частоты с помощью двух счетчиков выполняется счет импульсов измеряемого сигнала в течение интервала времени известной длительности и затем вычисляют искомую частоту.

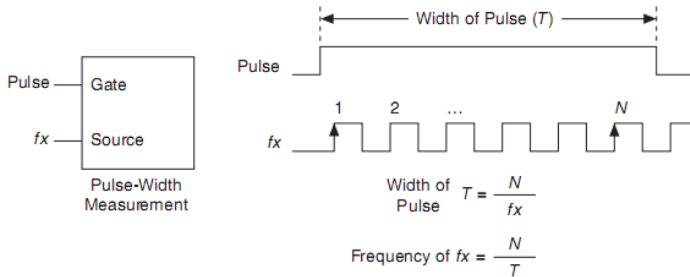


Примечание Для Счетчика 0 парой всегда является Счетчик 1. Для Счетчика 2 парой всегда является Счетчик 3.

При этом импульс известной длительности (T) направляется на вход Gate счетчика. Второй счетчик используется для формирования импульса известной длительности. Импульс известной длительности может быть также использован от внешнего источника, подключенного контакту PFI – в этом случае нужен только один счетчик.

Сигнал (f_x) измеряемой частоты должен быть направлен на вход Source счетчика. А счетчик нужно сконфигурировать на однократное измерение длительности импульса. Если в течение длительности известного интервала T подсчитано N периодов сигнала f_x , то частота сигнала f_x равна N/T .

На рисунке 5-13 проиллюстрирован этот метод. Другой вариант такого способа измерения частоты отличается тем, что известный интервал для счета импульсов измеряемого сигнала задается не длительностью импульса, а периодом.

Рисунок 5-13. Измерение высокой частоты с использованием двух счетчиков

Pulse-Width Measurement – Измерение длительности импульса, Width of Pulse (T) – Длительность импульса (T), Frequency of f_x – Частота f_x , Gate – Вход разрешения счета, Source – Источник, Single Period Measurement – Измерение одного периода, N – Количество периодов сигнала измеряемой частоты f_x

Измерение частот в широком диапазоне с использованием двух счетчиков

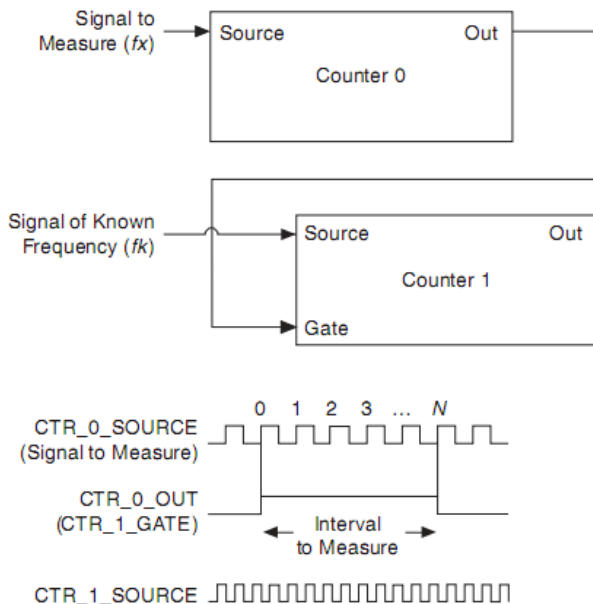
Применяя два счетчика, можно точно измерять частоту сигналов высокой или низкой частоты. Этот способ называется взаимнообратным (reciprocal) измерением частоты. Для его реализации интервал счета большой длительности формируется из импульсов измеряемого сигнала, а затем измеряется этот интервал путем подсчета импульсов опорной (известной) частоты. Контроллер cDAQ может измерять большие интервалы времени точнее, чем короткие.



Примечание Для Счетчика 0 парой всегда является Счетчик 1. Для Счетчика 2 парой всегда является Счетчик 3.

Можно направить измеряемый сигнал на вход Source Счетчика 0, как это показано на рисунке 5-14. Допустим, что частота этого сигнала – f_x . NI-DAQmx автоматически настроит Счетчик 0 на формирование одного импульса длительностью, равной N периодам сигнала на входе Source.

Рисунок 5-14. Измерение частот в широком диапазоне с использованием двух счетчиков



Signal to Measure (f_x) – Измеряемый сигнал (f_x), Source – Источник, Out – Выход, Counter 0 – Счетчик 0, Signal of Known Frequency (f_k) – Сигнал известной частоты (f_k), Gate – Вход разрешения счета, Counter 1 – Счетчик 1, CTR_0_SOURCE – Вход источника сигнала Счетчика 0, CTR_0_OUT – Выход Счетчика 0, Interval to Measure – Измеряемый интервал, CTR_1_SOURCE – Вход источника сигнала Счетчика 1

Затем сигнал с внутреннего выхода Счетчика 0 поступает на вход Gate Счетчика 1. Вы можете направить сигнал известной частоты (f_k) на вход Source Счетчика 1. Настройте Счетчик 1 на однократное измерение длительности импульса. Предполагаемый результат – это длительность импульса, равная J периодам сигнала частотой f_k .

Длительность импульса на выходе Счетчика 0 равна N/f_x . Длительность импульса на выходе Счетчика 1 равна J/f_k . Откуда частота сигнала f_x вычисляется по формуле $f_x = f_k \cdot (N/J)$.

Измерение частоты с буферизацией импульсами синхронизации отсчетов

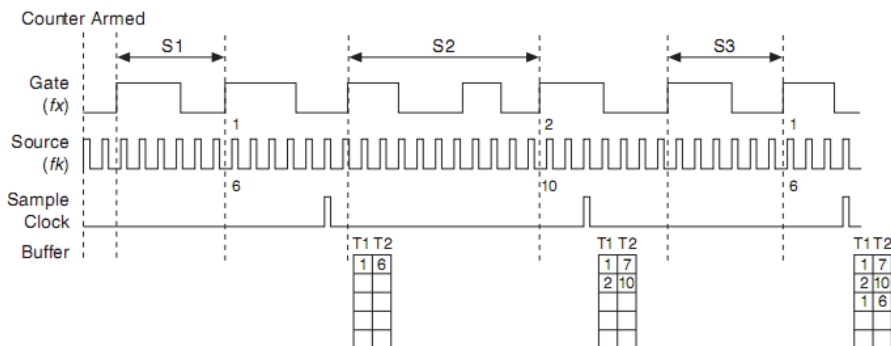
Этот способ измерения может выполняться как однократное измерение частоты или путем усреднения результатов измерения, считанных с помощью импульсов синхронизации отсчетов. Для настройки используйте свойство

CI.Freq.EnableAveraging. По умолчанию значение этого свойства при измерении частоты с буферизацией – TRUE. [_bookmark338](#)

Для измерения частоты с буферизацией импульсами синхронизации отсчетов со значением параметра **ClFreq.EnableAveraging**, равном TRUE, используется встроенный счетчик и импульсы синхронизации отсчетов. На каждый из этих импульсов встроенный счетчик подсчитывает импульсы измеряемой частоты (f_x), а первый счетчик считает импульсы известной внутренней опорной частоты (f_k). Предположим, что T1 – это количество импульсов неизвестной частоты, подсчитанное между импульсами синхронизации отсчетов, а T2 – это количество тактов известной опорной частоты, как это показано на рисунке 5-15. Частота определяется по формуле:

$$f_x = f_k * (T1/T2)$$

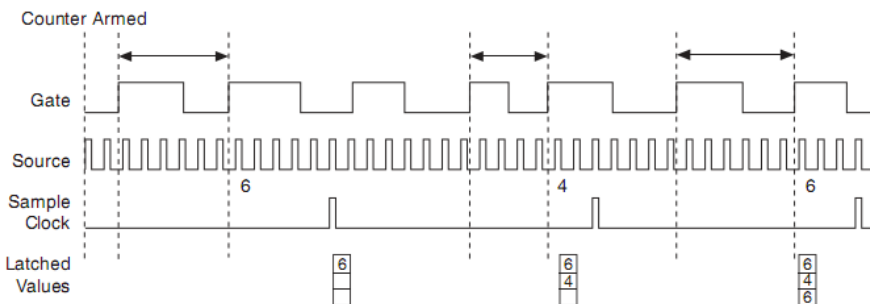
Рисунок 5-15. Измерение частоты с буферизацией импульсами синхронизации отсчетов (с усреднением)



Counter Armed – Счетчик запущен, GATE (f_x) – Вход разрешения счета (f_x), Source (f_k) – Источник (f_k), Sample Clock – импульсы синхронизации отсчетов, Buffer – Буфер

Если значение параметра **ClFreq.EnableAveraging** равно FALSE, то при измерении возвращается значение измеряемой частоты до импульса синхронизации отсчетов. Это однократное измерение, результаты не усредняются (рисунок 5-16.)

Рисунок 5-16. Измерение частоты с буферизацией импульсами синхронизации отсчетов (без усреднения)



Counter Armed – Счетчик запущен, GATE (f_x) – Вход разрешения счета (f_x), Source (f_k) – Источник (f_k), Sample Clock – импульсы синхронизации отсчетов, Latched Values – Зафиксированные значения

При измерении частоты с буферизацией импульсами синхронизации отсчетов убедитесь, что измеряемая частота хотя бы в два раза выше, чем частота импульсов синхронизации отсчетов, чтобы не возникло переполнение.

Выбор способа измерения частоты

Выбор наилучшего способа измерения частоты зависит от нескольких факторов, включая ожидаемое значение измеряемой частоты, требуемую точность, количество доступных счетчиков и допустимое время измерения. Предположим, что при любом способе измерения частоты:

f_x	Истинное значение измеряемой частоты (погрешность измерений равна нулю)
f_k	Известная частота на входе Source или на входе Gate
<i>время измерения (T)</i>	Время, необходимое для получения одного отсчета
<i>делитель (N)</i>	Целое от деления измеряемой частоты, применяется только при измерениях в широком диапазоне частот с помощью двух счетчиков
f_s	Частота импульсов синхронизации отсчетов, применяется только при измерении частоты с использованием импульсов синхронизации отсчетов

В таблице 5-2 приведена сводная информация о том, как эти переменные применяются в каждом способе.

- **Один счетчик** – при измерениях с одним счетчиком импульсы известной опорной частоты (f_k) используются в качестве счетных. Время измерения – это период измеряемой частоты, или $1/f_x$.
- **Два счетчика для высокой частоты** – при измерениях высоких частот с использованием двух счетчиков, второй счетчик формирует известное время измерения. Частота импульсов на входе Gate равна $1/\text{время измерения}$.
- **Два счетчика для измерений в широком диапазоне** – аналогично измерениям при помощи одного счетчика, но в данном случае у пользователя есть целочисленный делитель частоты. Импульсы внутреннего сигнала опорной частоты также используются в качестве счетных (f_k), но время измерения равно N/f_x , т.е. увеличивается в N раз.
- **Синхронизация отсчетов** – при измерениях частоты с использованием импульсов синхронизации отсчетов подсчитываются импульсы опорного сигнала известной частоты (f_k). Время измерения – это период импульсов синхронизации отсчетов (f_s).

Таблица 5-2. Методы измерения частоты

Переменная	Синхронизация отсчетов	Один счетчик	Два счетчика	
			Высокая частота	Широкий диапазон
f_k	Известная опорная частота	Известная опорная частота	1/(период сигнала на входе Gate)	Известная опорная частота
Время измерения	$\frac{1}{f_s}$	$\frac{1}{f_x}$	период сигнала на входе Gate	$\frac{N}{f_x}$
Максимальная погрешность измерения частоты	$f_x \times \frac{f_x}{f_k \times \left[\frac{f_x}{f_s} - 1 \right]}$	$f_x \times \frac{f_x}{f_k - f_x}$	f_k	$f_x \times \frac{f_x}{N \times f_k - f_x}$
Максимальная относительная погрешность, %	$\frac{f_x}{f_k \times \left[\frac{f_x}{f_s} - 1 \right]}$	$\frac{f_x}{f_k - f_x}$	$\frac{f_k}{f_x}$	$\frac{f_x}{N \times f_k - f_x}$
Замечание: В уравнениях погрешностей не учитывается стабильность частоты тактовых импульсов. Обратитесь к технической документации на ваш контроллер cDAQ для получения информации о стабильности частоты импульсов.				

Какой метод лучше?

Это зависит от частоты, которую вы собираетесь измерять, скорости, с которой вы хотите отслеживать частоту и требуемой точности измерения. Возьмем, например, измерение частоты 50 кГц. Допустим, что время измерения одинаково при измерениях с использованием импульсов синхронизации отсчетов (с усреднением) и при измерениях с использованием двух счетчиков, результаты приведены в таблице 5-3

Таблица 5-3. Методы измерения частоты 50 кГц

Переменная	Синхронизация отсчетов	Один счетчик	Два счетчика	
			Высокая частота	Широкий диапазон
f_x	50 000	50 000	50 000	50 000
f_k	80 М	80 М	1000	80 М
Время измерения (мс)	1	.02	1	1
N	—	—	—	50
Максимальная погрешность измерения частоты (Гц)	.638	31.27	1000	.625
Максимальная относительная погрешность, %	.00128	.0625	2	.00125

Из этой таблицы можно увидеть, что хотя время измерения при использовании одного счетчика меньше, самую высокую точность дают способы измерения с использованием импульсов синхронизации отсчетов и с использованием двух счетчиков для широкого диапазона. Пример результатов измерения частоты 5 МГц приведен в таблице 5-4

Таблица 5-4. Методы измерения частоты 5 МГц

Переменная	Синхронизация отсчетов	Один счетчик	Два счетчика	
			Высокая частота	Широкий диапазон
f_x	5 М	5 М	5 М	5 М
f_k	80 М	80 М	1000	80 М
Время измерения (мс)	1	.0002	1	1
N	—	—	—	5000
Максимальная погрешность измерения частоты (Гц)	62.51	333 к	1000	62.50
Максимальная относительная погрешность, %	.00125	6.67	.02	.00125

Снова время измерения при использовании одного счетчика самое маленькое, но и точность ниже. Обратите внимание, что точность и время измерения при использовании импульсов синхронизации отсчетов и двух счетчиков с широким диапазоном измерения почти одинакова. Преимущество способа измерения с помощью импульсов синхронизации отсчетов заключается в том, что даже когда частота измеряемого сигнала изменяется, время измерения не изменяется, а погрешность измерения в процентах изменяется незначительно. Например, если вы сконфигурировали схему на измерение в широком диапазоне частот с использованием двух счетчиков и делением измеряемой частоты 50 кГц на 50, то тогда получите погрешность и время измерения, которые указаны в таблице 5-3. Но если частота измеряемого сигнала нарастает до 5 МГц, то при делении на 50 время измерения будет равно 0.01 мс, а погрешность станет равной 0.125%. При измерениях с использованием импульсов синхронизации отсчетов погрешность не так зависит от измеряемой частоты, поэтому при частоте сигнала в 50 кГц и 5 МГц и времени измерения 1 мс погрешность измерения в процентах остается близкой к значению 0.00125%. Одним из недостатков измерения частоты с использованием импульсов синхронизации отсчетов является то, что измеряемая частота должна быть, по крайней мере, в два раза больше частоты импульсов синхронизации отсчетов, чтобы быть уверенным, что пройдет полный период измеряемой частоты между импульсами синхронизации.

- Измерения низкой частоты с одним счетчиком – хороший способ измерения и подходит для многих приложений. Однако точность измерения уменьшается с увеличением частоты.
- Измерения высокой частоты при помощи двух счетчиков – точный способ для высокочастотных сигналов. Однако точность измерения уменьшается с уменьшением частоты измеряемого сигнала. На очень низких частотах этот способ может оказаться слишком неточным для вашего приложения. Еще одним недостатком данного метода является то, что для него необходимо два счетчика (если вы не можете использовать внешний сигнал известной длительности). Преимущество метода измерения высоких частот при помощи двух счетчиков заключается в том, что заранее известно время, за которое измерение завершится.
- Измерение в широком диапазоне частот при помощи двух счетчиков позволяет точно определить значения высоких и низких частот сигналов. Однако здесь требуется два счетчика, кроме того, время получения отсчетов и погрешность измерения в процентах изменяются и зависят от входного сигнала.

В таблице 5-5 приведены некоторые различия методов измерения частот.

Таблица 5-5. Сравнение методов измерения частот

Метод	Кол-во используемых счетчиков	Количество возвращаемых результатов измерений	Точность измерения высоких частот	Точность измерения низких частот
Низкие частоты с одним счетчиком	1	1	Низкая	Высокая
Высокие частоты с двумя счетчиками	1 или 2	1	Высокая	Низкая
Широкий диапазон частот с двумя счетчиками	2	1	Высокая	Высокая
С импульсами синхронизации и отсчетов (усреднение)	1	1	Высокая	Высокая

Для получения более подробной информации о подключении счетчика обратитесь в раздел [Подключение счетчика/таймера по умолчанию](#).

Измерение периода

При измерении периода счетчик измеряет период сигнала, поступающего на вход Gate после запуска счетчика. Можно настроить счетчик на измерение периода между двумя положительными или двумя отрицательными фронтами сигнала на входе Gate.

Вы можете направить внутренний или внешний периодический тактовый сигнал (с известным периодом) на вход источника счетчика Source. Счетчик подсчитывает количество положительных (или отрицательных) фронтов, пришедших на вход Source между двумя активными фронтами сигнала на входе Gate.

Можно вычислить период сигнала, поступающего на вход Gate, умножением периода сигнала на входе Source на количество фронтов, которое вернул счетчик.

При измерении периода возвращается значение, обратное частоте сигнала. Обратитесь к разделу [Измерение частоты](#) для получения более подробной информации.

Измерение перемещений

Вы можете использовать счетчики для измерений перемещений с помощью квадратурных или двухимпульсных энкодеров. Можно измерить угловое перемещение при помощи угловых энкодеров типа X1, X2 и X4. Линейное перемещение можно измерять с помощью двухимпульсных энкодеров. Можно выбрать и выполнять либо

однократное (по запросу), либо буферизованное (с использованием импульсов синхронизации отсчетов) измерение перемещений. Чтобы начать измерение, нужно запустить счетчик.

Обратитесь к следующим разделам для получения более подробной информации об измерении перемещений с помощью контроллера cDAQ:

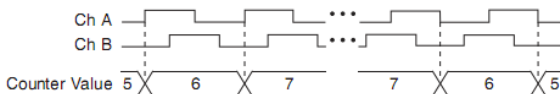
- [Измерения с использованием квадратурных энкодеров](#)
- [Измерения с использованием двухимпульсных энкодеров](#)
- [Буферизованное \(с использованием импульсов синхронизации отсчетов\) измерение перемещений](#)

Измерения с использованием квадратурных энкодеров

Счетчики позволяют выполнять измерения с использованием квадратурных энкодеров с кодированием типа X1, X2 или X4. У квадратурного энкодера может быть до трех каналов – каналы A, B и Z.

- **X1 Кодирование** – если в квадратурном цикле канал A опережает канал B, счетчик инкрементируется. Когда канал B опережает канал A, счетчик декрементируется. Количество инкрементов и декрементов за период зависит от типа кодирования – X1, X2 или X4.
- На рисунке 5-17 показан период импульсов квадратурного энкодера и результаты счета на сложение и вычитание при кодировании типа X1. Когда канал A опережает канал B, инкремент происходит по положительному фронту канала A. Когда канал B опережает канал A, декремент происходит по отрицательному фронту канала A.

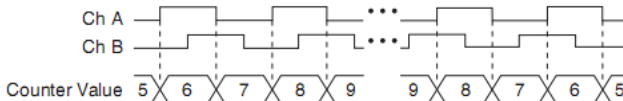
Рисунок 5-17. X1 Кодирование



Ch A – Канал A, Ch B – Канал B, Counter value – Результат счета

- **X2 Кодирование** – то же самое происходит при кодировании типа X2, но счетчик инкрементируется или декрементируется по каждому фронту канала A в зависимости от того, какой из каналов опережает. В итоге в каждом периоде выполняется по два инкремента или декремента, как это показано на рисунке 5-18.

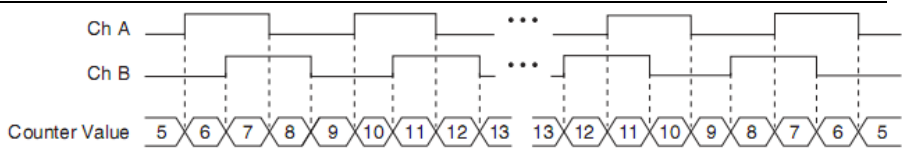
Рисунок 5-18. X2 кодирование



Ch A – Канал A, Ch B – Канал B, Counter value – Результат счета

- **X4 Кодирование** – подобным же образом счетчик инкрементируется или декрементируется по каждому фронту каналов A и B при кодировании типа X4. Будет счетчик инкрементироваться или декрементироваться, зависит от того, какой канал опережает. В итоге в каждом периоде выполняется по четыре инкремента или декремента, как это показано на рисунке 5-19.

Рисунок 5-19. X4 кодирование



Ch A – Канал A, Ch B – Канал B, Counter value – Результат счета

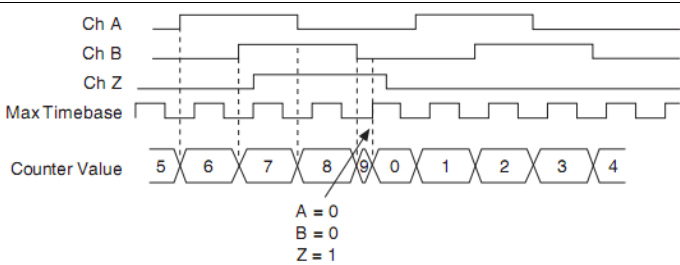
Характеристика канала Z

В некоторых квадратурных энкодерах есть третий канал, канал Z, который также называется индексным каналом. При высоком уровне канала Z счетчик перезагружается заданным значением в определенной фазе периода. Вы можете запрограммировать выполнение этой перезагрузки в любой из четырех фаз периода.

Поведение канала Z – когда уровень сигнала с этого канала становится высоким и как долго он остается высоким – зависит от устройства энкодера. Вам необходимо обратиться к документации на ваш энкодер для получения информации о временной привязке канала Z по отношению к каналам A и B. Затем вы должны убедиться, что уровень сигнала с канала Z будет высоким по крайней мере в течение части фазы, в которой вы собираетесь выполнить перезагрузку. Например, на рисунке 5-20 сигнал с канала Z никогда не будет высоким, если сигнал с канала A высокий, а сигнал с канала B – низкий. Поэтому перезагрузка должна произойти во время какой-то другой фазы.

На рисунке 5-20 фаза перезагрузки наступает, когда уровни сигналов на обоих каналах A и B низкие. Перезагрузка происходит во время этой фазы при высоком уровне сигнала с канала Z. Операции инкремента и декремента обладают более высоким приоритетом, чем перезагрузка. Поэтому, когда сигнал в канале B переключается в низкий уровень, чтобы войти в фазу перезагрузки, сначала выполняется инкремент. Перезагрузка выполняется в течение одного периода максимальной опорной частоты после начала фазы перезагрузки. После перезагрузки счетчик продолжает считать, как и прежде. Рисунок иллюстрирует перезагрузку канала Z при кодировании типа X4.

Рисунок 5-20. Перезагрузка канала Z при кодировании типа X4



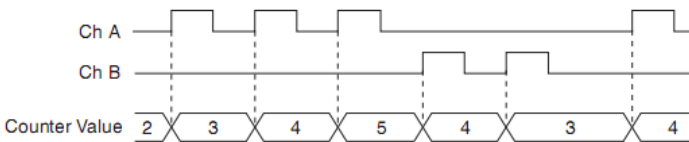
Ch A – Канал A, Ch B – Канал B, Ch Z – Канал Z, Max Timebase – Максимальная опорная частота, Counter value – Результат счета

Измерения с использованием двухимпульсных энкодеров

Счетчик поддерживает двухимпульсные энкодеры, у которых два канала – канал А и канал В.

Счетчик инкрементируется по каждому положительному фронту канала А и декрементируется по каждому положительному фронту канала В, как это показано на рисунке 5-21.

Рисунок 5-21. Измерения с использованием двухимпульсных энкодеров



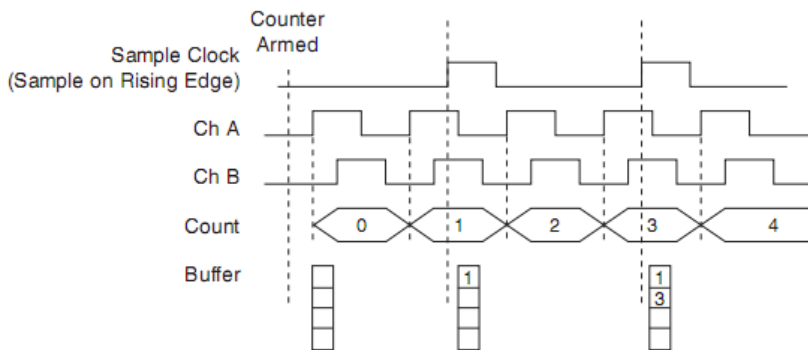
Ch A – Канал А, Ch B – Канал В, Counter value – Результат счета

Для получения более подробной информации о подключении счетчика обратитесь в раздел [Подключение счетчика/таймера по умолчанию](#).

Буферизированное (с использованием импульсов синхронизации отсчетов) измерение перемещений

При буферизированном измерении перемещений с использованием импульсов синхронизации отсчетов инкремент счетчика происходит в соответствии с используемым типом кодирования после того, как счетчик запущен. Содержимое счетчика считывается по каждому активному фронту импульсов синхронизации отсчетов. Блок STC3 перемещает результаты счета в память компьютера, используя высокоскоростную потоковую передачу данных. Возвращаемые результаты – это значения, накопленные с момента запуска счетчика; т.е. импульсы синхронизации отсчетов не сбрасывают счетчик. Можно направить импульс синхронизации отсчетов на вход Gate счетчика. Можно настроить счетчик на считывание значений по положительному или отрицательному фронту импульса синхронизации отсчетов.

На рисунке 5-22 приведен пример буферизованного измерения перемещений с использованием кодирования типа X1.

Рисунок 5-22. Буферизированное измерение перемещений

Counter Armed – Счетчик запущен, Sample Clock (Sample on Rising Edge) – Импульсы синхронизации отсчетов (Отсчет по положительному фронту), Ch A – Канал A, Ch B – Канал B, Count – Счет, Buffer – Буфер

Измерение с управлением фронтами двух сигналов

Измерение с раздельным управлением фронтами двух сигналов похоже на измерение длительности импульса, за исключением того, что в данном случае используется два сигнала – Aux (вспомогательный сигнал) и Gate (Вход разрешения счета). Активный фронт сигнала со входа Aux запускает счет, а активный фронт сигнала со входа Gate останавливает счет. Чтобы начать измерение, нужно запустить счетчик.

После запуска счетчика и появления активного фронта на входе Aux, счетчик начинает счет количества положительных (или отрицательных) фронтов импульсов на входе Source. Счетчик игнорирует остальные фронты сигнала на входе Aux.

Счет прекращается после появления активного фронта на входе Gate. Результаты счета сохраняются в FIFO.

Вы можете задать активным положительный или отрицательный фронт для сигнала, поступающего на вход Aux. Можете также задать активным положительный или отрицательный фронт для сигнала на входе Gate.

Этот тип измерения применяется для подсчета событий или измерения времени между фронтами двух сигналов. Этот тип измерения иногда называют измерением по сигналу запуска/остановка, измерением со вторым входом разрешения счета (second gate measurement) или измерением от "А до В" ("A- to- B").

Обратитесь к следующим разделам для получения более подробной информации об измерениях с управлением фронтами двух сигналов с помощью контроллера cDAQ:

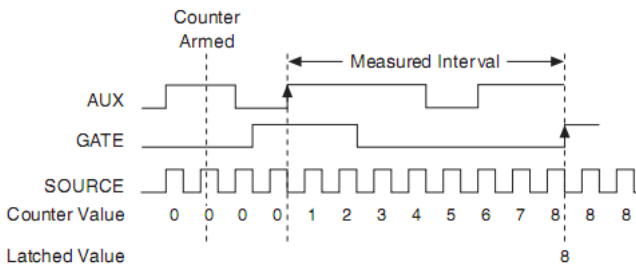
- [Однократное измерение с управлением фронтами двух сигналов](#)
- [Неявное буферизированное измерение с управлением фронтами двух сигналов](#)
- [Буферизированное измерение с использованием синхронизации отсчетов и управлением двумя сигналами](#)

Однократное измерение с управлением фронтами двух сигналов

При помощи этого типа измерения подсчитывается количество положительных (или отрицательных) фронтов на входе Source, поступивших между приходом активного фронта сигнала на входе Gate и активного фронта сигнала на входе Aux. В этом случае счетчик сохраняет отсчет в FIFO и игнорирует последующие фронты сигналов на входах управления. Затем программа считывает запомненный отсчет.

На рисунке 5-23 приведен пример однократного измерения с управлением фронтами двух сигналов.

Рисунок 5-23. Однократное измерение с управлением фронтами двух сигналов



Counter Armed – Счетчик запущен, Measured Interval – Измеряемый интервал, AUX – Вспомогательный сигнал, GATE – Сигнал разрешения счета, SOURCE – Источник, Counter value – Результат счета, Latched Value – Зафиксированное значение

Неявное буферизированное измерение с управлением фронтами двух сигналов

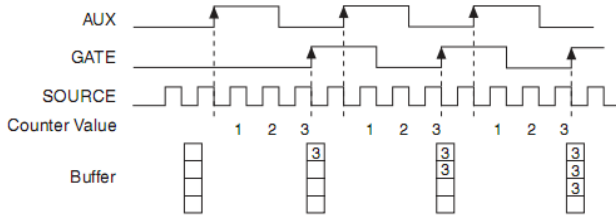
Неявное буферизированное измерение с управлением фронтами двух сигналов отличается от такого же однократного измерения тем, что при неявном буферизированном измерении измеряется несколько интервалов.

Счетчик подсчитывает количество положительных (или отрицательных) фронтов сигнала на входе Source, пришедших между активным фронтом сигнала Gate и активным фронтом сигнала Aux. Результаты счета сохраняются в FIFO.

По следующему активному фронту сигнала на входе Gate счетчик начинает другое измерение. Блок STC3 перемещает результаты счета в память компьютера, используя высокоскоростную потоковую передачу данных.

На рисунке 5-24 приведен пример неявного буферизованного измерения с управлением фронтами двух сигналов.

Рисунок 5-24. Неявное буферизированное измерение с управлением фронтами двух сигналов



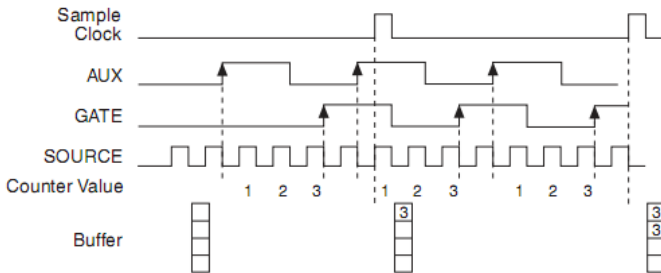
AUX – Вспомогательный сигнал, GATE – Сигнал разрешения счета, SOURCE – Источник, Counter value – Результат счета, Buffer – Буфер

Буферизированное измерение с управлением двумя сигналами и синхронизацией отсчетов

Этот способ измерения похож на однократное измерение с управлением фронтами двух сигналов, отличаясь лишь тем, что в этом случае получают результат измерения нескольких интервалов, синхронизируясь с импульсами отсчетов. Счетчик подсчитывает количество положительных (или отрицательных) фронтов сигнала на входе Source, пришедших между активным фронтом сигнала Gate и активным фронтом сигнала Aux. Счетчик сохраняет отсчеты в FIFO по импульсу синхронизации отсчетов. По следующему активному фронту сигнала на входе Gate счетчик начинает очередное измерение. Блок STC3 перемещает результаты счета в память компьютера, используя высокоскоростную потоковую передачу данных.

На рисунке 5-25 приведен пример буферизированного измерения с управлением двумя сигналами и синхронизацией отсчетов.

Рисунок 5-25. Буферизированное измерение с использованием управлением двумя сигналами и синхронизацией отсчетов



Sample Clock – Импульс синхронизации отсчетов, AUX – Вспомогательный сигнал, GATE – Сигнал разрешения счета, SOURCE – Источник, Counter value – Результат счета, Buffer –Буфер



Примечание Если активный фронт сигнала на входе Gate и активный фронт сигнала на входе Aux не появились в период между импульсами синхронизации отсчетов, возвращается ошибка перезапуска.

Для получения более подробной информации о подключении счетчика обратитесь в раздел [Подключение счетчика/таймера по умолчанию](#).

Приложения вывода данных с помощью счетчиков

В следующих разделах приведена информация о различных приложениях вывода данных с помощью счетчиков, доступных в контроллере cDAQ:

- [Простая генерация импульсов](#)
- [Генерация последовательности импульсов](#)
- [Генерация частот](#)
- [Деление частоты](#)
- [Генерация импульсов для равномерной дискретизации во времени](#)

Простая генерация импульсов

Обратитесь к следующим разделам для получения более подробной информации о вариантах простой генерации импульсов с помощью контроллера cDAQ:

- [Генерация одного импульса](#)
- [Генерация одного импульса по сигналу запуска Start Trigger](#)

Генерация одного импульса

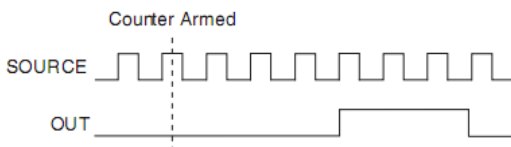
Счетчик может генерировать один импульс. Импульс формируется на внутреннем выходе счетчика *n*.

Можно задать задержку с момента запуска счетчика до начала импульса. Задержка измеряется количеством активных фронтов сигнала, поступающего на вход Source.

Можно задать длительность импульса. Длительность импульсов также измеряется количеством активных фронтов сигнала, поступающего на вход Source. Кроме того, вы можете задать активный фронт сигнала Source (положительный или отрицательный).

На рисунке 5-26 приведен пример генерации импульса с задержкой в четыре импульса и длительностью в три импульса (используется положительный фронт сигнала Source).

Рисунок 5-26. Генерация одного импульса



Counter armed – Счетчик запущен, SOURCE – Источник, OUT – Выходной сигнал

Генерация одного импульса по сигналу запуска Start Trigger

Счетчик может формировать один импульс в ответ на аппаратно сформированный сигнал Start Trigger. Импульс формируется на внутреннем выходе счетчика *n*.

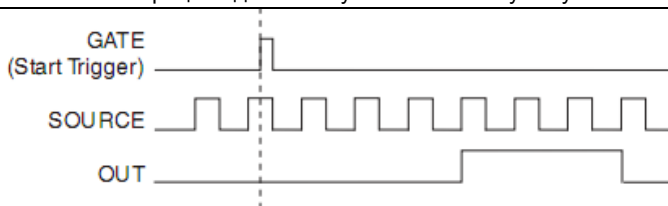
Можно задать значение задержки между сигналом Start Trigger до начала

формирования импульса. Кроме того, вы можете задать значение длительности импульса. Задержка измеряется количеством активных фронтов сигнала, поступающего на вход Source.

Можно задать длительность импульса. Длительность импульсов также измеряется количеством активных фронтов сигнала, поступающего на вход Source. Кроме того, вы можете задать активный фронт сигнала Source (положительный или отрицательный).

На рисунке 5-27 приведен пример генерации импульса с задержкой в четыре импульса и длительностью в три импульса (используется положительный фронт сигнала Source).

Рисунок 5-27. Генерация одного импульса по сигналу запуска Start Trigger



GATE (Start Trigger) – Сигнал разрешения счета (Сигнал запуска), SOURCE – Источник, OUT – Выходной сигнал

Генерация последовательности импульсов

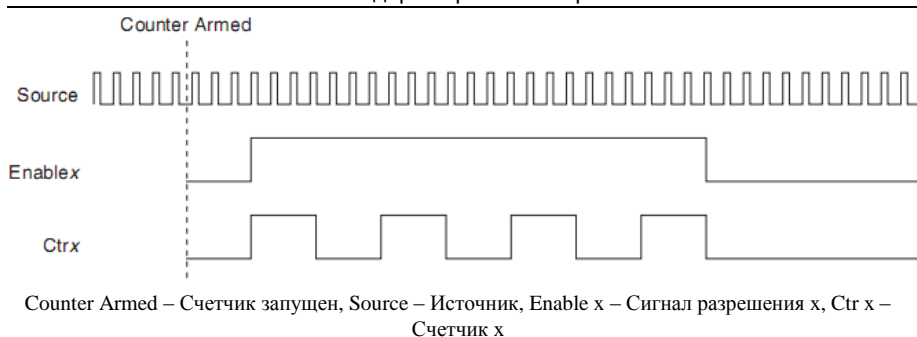
Обратитесь к следующим разделам для получения более подробной информации о режимах генерации последовательности импульсов с помощью контроллера cDAQ:

- [Генерация конечной последовательности импульсов](#)
- [Генерация импульса или последовательности импульсов с повторным запуском](#)
- [Генерация непрерывной последовательности импульсов](#)
- [Буферизованная генерация последовательности импульсов](#)
- [Неявная буферизованная генерация конечной последовательности импульсов](#)
- [Неявная буферизованная генерация непрерывной последовательности импульсов](#)
- [Буферизованная генерация конечной последовательности импульсов с синхронизацией импульсами отсчетов](#)
- [Буферизованная генерация непрерывной последовательности импульсов с синхронизацией импульсами отсчетов](#)

Генерация конечной последовательности импульсов

Эта функция позволяет генерировать последовательность заданного количества импульсов с программируемой частотой и коэффициентом заполнения. В контроллере cDAQ первый счетчик генерирует заданную последовательность импульсов, а встроенный счетчик подсчитывает импульсы, сгенерированные первым счетчиком. Когда количество импульсов, насчитанное встроенным счетчиком, достигает заданного значения, он генерирует сигнал, который останавливает генерацию импульсов первым счетчиком.

Рисунок 5-28. Генерация конечной последовательности из четырех импульсов, начальная задержка равна четырем тактам



Генерация импульса или последовательности импульсов с повторным запуском

Счетчик может генерировать один импульс или множество импульсов в ответ на каждый аппаратно сформированный сигнал Start Trigger. Импульс формируется на внутреннем выходе счетчика *n*.

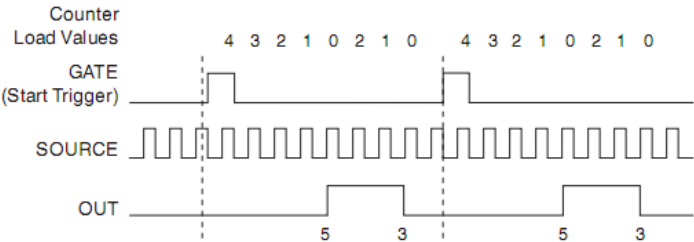
Можно направить сигнал Start Trigger на вход Gate счетчика. Можно задать значение задержки между сигналом Start Trigger до начала формирования импульса. Кроме того, вы можете задать значение длительности импульса. Задержка и длительность импульса измеряются количеством активных фронтов сигнала, поступающего на вход Source. Значение начальной задержки может быть применено только к первому сигналу запуска или ко всем сигналам запуска при помощи свойства

CO.EnableInitialDelayOnRetrigger. По умолчанию для одного импульса значение этого свойства – TRUE, а для последовательности импульсов по умолчанию это значение равно FALSE.

Счетчик игнорирует сигналы на входе Gate до тех пор, пока идет генерация импульсов. После того, как генерация импульсов закончена, счетчик находится в состоянии ожидания следующего сигнала запуска Start Trigger, чтобы начать следующую генерацию импульсов. При генерации импульсов с повторным запуском применение сигнала паузы невозможно, поскольку сигнал паузы также использует вход Gate.

На рисунке 5-29 приведен пример генерации двух импульсов с задержкой, равной пяти, и длительностью, равной трем (используется положительный фронт сигнала Source), свойство **CO.EnableInitialDelayOnRetrigger** установлено равным TRUE.

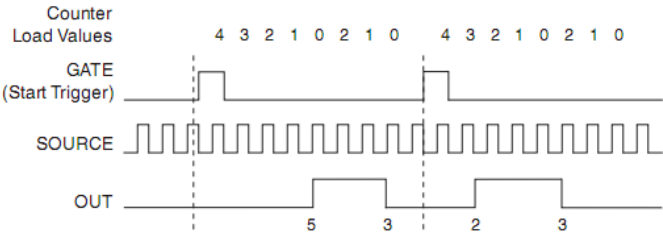
Рисунок 5-29. Генерация одного импульса с повторным запуском и начальной задержкой



Counter Load Values – Загружаемые значения счетчика, GATE (Start Trigger) – Сигнал разрешения счета (Сигнал запуска), SOURCE – Источник, OUT – Выход

На рисунке 5-30 приведена та же самая последовательность импульсов, но значение свойства **CO.EnableInitialDelayOnRetrigger** равно FALSE.

Рисунок 5-30. Генерация единичного импульса без повторного запуска



Counter Load Values – Загружаемые значения счетчика, GATE (Start Trigger) – Сигнал разрешения счета (Сигнал запуска), SOURCE – Источник, OUT – Выход



Примечание Минимальное время между сигналом запуска и первым активным фронтом равно двум тактам сигнала на входе Source.

Для получения более подробной информации о подключении счетчика обратитесь в раздел [Подключение счетчика/таймера по умолчанию](#).

Генерация непрерывной последовательности импульсов

Эта функция позволяет генерировать последовательность импульсов с программируемой частотой и коэффициентом заполнения. Импульсы формируются на внутреннем выходе счетчика *n*.

Можно задать задержку с момента запуска счетчика до начала последовательности импульсов. Задержка измеряется количеством активных фронтов сигнала, поступающего на вход Source.

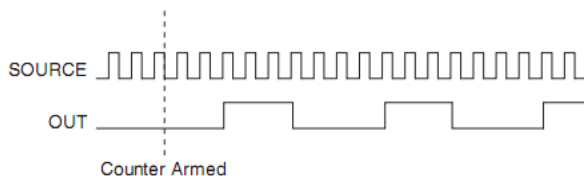
Вы можете задать длительность высокого и низкого уровней выходного сигнала. Эти параметры также измеряются количеством активных фронтов сигнала, поступающего на вход Source. Кроме того, вы можете задать активный фронт сигнала Source (положительный или отрицательный).

Счетчик может начать генерацию последовательности импульсов, как только он будет запущен или аппаратному сигналу Start Trigger. Можно направить сигнал Start Trigger на вход Gate счетчика.

Кроме того, вы можете использовать вход Gate счетчика в качестве входа для сигнала паузы (если он не использован для сигнала Start Trigger). Счетчик приостанавливает генерацию импульсов, когда сигнал паузы активен.

На рисунке 5-31 приведен пример генерации непрерывной последовательности импульсов (используется положительный фронт сигнала Source).

Рисунок 5-31. Генерация непрерывной последовательности импульсов



SOURCE – Источник, OUT – Выход, Counter Armed – Счетчик запущен

Генерация непрерывной последовательности импульсов иногда называется делением частоты. Если предположить, что длительности высокого и низкого уровней импульса выходного сигнала равно M и N тактов соответственно, тогда частота сигнала, формируемого на внутреннем выходе счетчика n , равна частоте сигнала, поступающего на вход Source, деленная на $M + N$.

Для получения более подробной информации о подключении счетчика обратитесь в раздел [Подключение счетчика/таймера по умолчанию](#).

Буферизованная генерация последовательности импульсов

Счетчики контроллера cDAQ могут использовать FIFO для буферизованной генерации последовательности импульсов. Эта последовательность импульсов использует либо неявную синхронизацию, либо синхронизацию с использованием импульсов отсчетов. При использовании неявной синхронизации длительность паузы и длительность активной фазы изменяются с каждым записываемым отсчетом. При синхронизации импульсами отсчетов длительность паузы и длительность активной фазы генерации обновляются по каждому фронту импульсов отсчетов. Длительность паузы и длительность активной фазы могут быть определены в единицах частоты и коэффициента заполнения или количеством тактов паузы и активной фазы.



Примечание При буферизированной генерации последовательности импульсов с неявной синхронизацией параметры функции DAQmx Create Counter Output Channel игнорируются, так что количество генерируемых импульсов определяется параметрами многоточечной записи. При буферизированной генерации последовательности импульсов с

синхронизацией импульсами отсчетов параметры функции DAQmx Create Counter Output Channel формируются в промежутке между запуском счетчика и появлением первого импульса отсчетов, так что количество генерируемых обновлений определяются параметрами многоточечной записи.

Неявная буферизованная генерация конечной последовательности импульсов

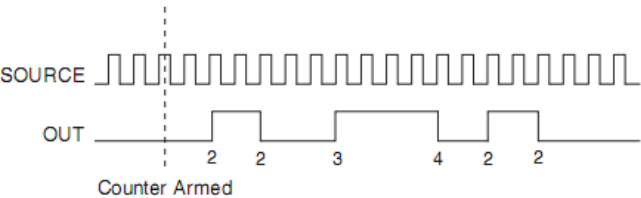
Эта функция позволяет генерировать заранее заданное количество импульсов с различной длительностью паузы и длительностью активной фазы импульса. При каждой записи генерируется один импульс. Количество записываемых пар значений длительности паузы и длительности активной фазы импульса (характеристики импульса) определяют количество сгенерированных импульсов. Таким образом, формируемые друг за другом отсчеты образуют заданную пользователем последовательность импульсов.

В таблице 5-6 и на рисунке 5-32 проиллюстрирован пример генерации трех отсчетов с неявной синхронизацией.

Таблица 5-6. Неявная буферизованная генерация конечной последовательности импульсов

Отсчет	Такты паузы	Активные такты
1	2	2
2	3	4
3	2	2

Рисунок 5-32. Неявная буферизованная генерация конечной последовательности импульсов



SOURCE – Источник, OUT – Выход, Counter Armed – Счетчик запущен

Неявная буферизованная генерация непрерывной последовательности импульсов

Эта функция позволяет генерировать непрерывную последовательность импульсов с различной длительностью паузы и длительностью активной фазы. Вместо того, чтобы сгенерировать заданное количество отсчетов и остановиться, непрерывная генерация продолжается до тех пор, пока вы не остановите операцию. Для каждой записи генерируется один импульс. Таким образом, формируемые друг за другом отсчеты образуют заданную пользователем последовательность импульсов.

Буферизованная генерация конечной последовательности импульсов с синхронизацией импульсами отсчетов

Эта функция позволяет генерировать заранее заданное количество обновляемых последовательностей импульсов. Каждая запись определяет характеристики импульсов, которые обновляются по каждому импульсу отсчетов. При поступлении импульса отсчетов завершается формирование текущего импульса (пауза и активная фаза импульса), а следующие импульсы формируются в соответствии с характеристиками следующей записи.



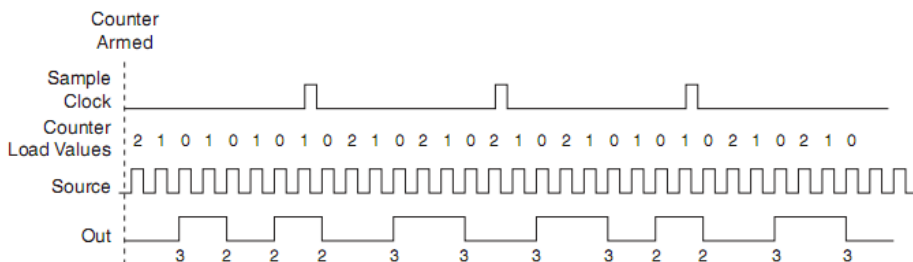
Примечание После формирования последнего импульса отсчета, формирование импульсов продолжается с теми же характеристиками, пока не будет остановлено выполнение задачи.

В таблице 5-7 и на рисунке 5-33 проиллюстрирован пример генерации конечной последовательности импульсов по трем импульсам синхронизации отсчетов, характеристики генерируемых импульсов, заданные функцией создания каналов, следующие: два такта паузы, два такта активной фазы, три такта начальная задержка.

Таблица 5-7. Буферизованная генерация конечной последовательности импульсов с синхронизацией импульсами отсчетов

Отсчет	Такты паузы	Активные такты
1	3	3
2	2	2
3	3	3

Рисунок 5-33. Буферизованная генерация конечной последовательности импульсов с синхронизацией импульсами отсчетов



Counter Armed – Счетчик запущен, Sample Clock – Сигнал синхронизации отсчетов, Counter Load Values – Загружаемые значения счетчика, SOURCE – Источник, OUT – Выход

Существует несколько способов непрерывной генерации, которые задают, какие данные будут записаны. Это следующие способы: режим регенерации, режим регенерации из FIFO, режим без регенерации.

Регенерация – это повторение данных, уже записанных в буфер.

Режим стандартной регенерации – это когда данные из буфера компьютера непрерывно загружаются в FIFO для последующего вывода. Новые данные могут быть записаны в буфер компьютера в любой момент без прекращения вывода данных. В режиме регенерации из FIFO буфер полностью загружается в FIFO, откуда и происходит регенерация. После того, как данные загружены, новые данные не могут быть записаны в FIFO. Для того, чтобы применить режим регенерации FIFO, размер буфера должен совпадать с емкостью FIFO. Преимущество применения режима регенерации FIFO в том, что после того, как начался вывод, не требуется обмен данными с памятью компьютера, таким образом, предотвращаются любые проблемы, которые могут возникнуть из-за чрезмерного трафика шины.

В режиме вывода без регенерации старые данные не повторяются. Новые данные должны непрерывно записываться в буфер. Если программа не пишет новые данные в буфер на достаточно высокой скорости, чтобы поддерживать генерацию, буфер опустошается и формируется сообщение об ошибке.

Буферизованная генерация непрерывной последовательности импульсов с синхронизацией импульсами отсчетов

Эта функция позволяет генерировать непрерывную последовательность импульсов с различной длительностью паузы и длительностью активной фазы. Вместо того, чтобы сгенерировать заданное количество отсчетов и остановиться, непрерывная генерация продолжается до тех пор, пока вы не остановите операцию. Каждая запись определяет характеристики импульсов, которые обновляются по каждому импульсу отсчетов. При поступлении импульса отсчетов завершается формирование текущего импульса (пауза и активная фаза импульса), а следующие импульсы формируются в соответствии с характеристиками следующей записи.

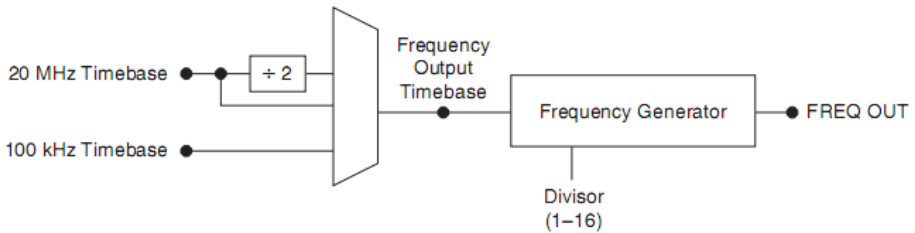
Генерация частот

Вы можете сгенерировать частоту, используя счетчик в режиме генерации последовательности импульсов или используя блок генерации частот, как это описано в параграфе [Применение генератора частот](#).

Применение генератора частот

Генератор частот может формировать на выходе импульсы прямоугольной формы с различными частотами. Генератор частот не зависит от четырех модулей 32-битных таймеров/счетчиков общего назначения в контроллере cDAQ.

На рисунке 5-34 показана блок-схема генератора частот.

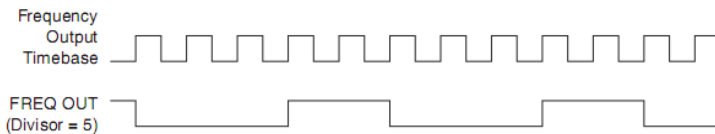
Рисунок 5-34. Блок-схема генератора частот.

Timebase – Опорная частота, Frequency Output Timebase – Выход опорной частоты, Frequency Generator – Генератор частот, Divisor (1-16) – Делитель (1-16), FREQ OUT – Выход частот

Генератор частот формирует сигнал различных частот, который получается делением выходной опорной частоты (Frequency Output Timebase) на выбранное число – от 1 до 16. Сигнал Frequency Output Timebase может быть сигналом опорной частоты 20 МГц, этим же сигналом, с частотой, деленной на 2, или сигналом опорной частоты 100 кГц.

Коэффициент заполнения импульсов на выходе FREQ OUT – 50 %, если делитель равен 1 или четному числу. Для нечетного значения предположим, что делитель равен D. В этом случае низкий уровень сигнала FREQ OUT удерживается в течение $(D + 1)/2$ тактов, а высокий уровень – в течение $(D - 1)/2$ тактов импульсов Frequency Output Timebase.

На рисунке 5-35 показан выходной сигнал генератора частот с делителем 5.

Рисунок 5-35. Выходной сигнал генератора частот

Frequency Output Timebase – Выход опорной частоты, FREQ OUT (Divisor = 5) – Выход частот (Делитель = 5)

Выходной сигнал FREQ OUT может быть направлен на любой PFI-контакт. Все контакты PFI при запуске устанавливаются в высокоимпедансное состояние. Сигнал FREQ OUT может быть также направлен для использования в качестве многих внутренних сигналов синхронизации.

Программно настройте генератор частот таким же образом, как вы бы хотели настроить один из счетчиков для генерации последовательности импульсов.

Для получения более подробной информации о подключении счетчика обратитесь в раздел [Подключение счетчика/таймера по умолчанию](#).

Деление частоты

Счетчики могут генерировать сигнал с частотой, равной частному от деления входного сигнала. Эта функция эквивалентна генерации непрерывной последовательности

импульсов. Для получения более подробной информации обратитесь в раздел [Генерация непрерывной последовательности импульсов](#)

Для получения более подробной информации о подключении счетчика обратитесь в раздел [Подключение счетчика/таймера по умолчанию](#)

Генерация импульсов для равномерной дискретизации во времени

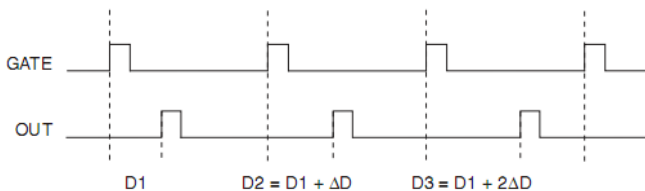
В приложении с равномерной дискретизацией сигналов счетчик формирует импульс на выходе с заданной задержкой после активного фронта сигнала на входе Gate. После каждого активного фронта сигнала на входе Gate счетчик отсчитывает путем накопления заданное значение задержки между сигналом на входе Gate и выходным импульсом. Таким образом, задержка между сигналом на входе Gate и сформированным импульсом постепенно возрастает.

Шаг увеличения значения задержки возможен в диапазоне между 0 и 255. Например, если вы зададите значение инкремента, равным 10, задержка между активным фронтом сигнала на входе Gate и выходным импульсом будет возрастать на 10 каждый раз при формировании нового импульса.

Предположим, что вы запрограммировали счетчик на генерацию импульсов с задержкой 100 и длительностью импульса 200 каждый раз, когда он получает сигнал запуска. Кроме того, предположим, что вы задали инкремент задержки, равным 10. При первом сигнале запуска задержка импульса будет равна 100, при втором 110, при третьем 120; процедура будет повторяться до тех пор, пока счетчик не будет остановлен. Счетчик игнорирует любой фронт сигнала на входе Gate до тех пор, пока формируется импульс, запущенный предыдущим фронтом сигнала на входе Gate.

Таким образом, сигнал, получаемый на выходе счетчика, может быть использован для синхронизации в приложениях с субдискретизацией, где система оцифровки может брать отсчеты повторяющихся сигналов с частотой большей, чем частота Найквиста. На рисунке 5-36 приведен пример генерации импульсов для равномерной дискретизации; задержка между сигналом запуска и импульсом увеличивается после каждого следующего активного фронта сигнала на входе Gate.

Рисунок 5-36. Генерация импульсов для равномерной дискретизации во времени



GATE – Сигнал разрешения счета, OUT – Выход

Для получения более подробной информации о подключении счетчика обратитесь в раздел [Подключение счетчика/таймера по умолчанию](#).

Сигналы синхронизации счетчиков

В контроллере cDAQ есть следующие сигналы синхронизации счетчиков:

- Сигнал Counter n Source источника счетчика n – Counter n Source
- Сигнал разрешения счета – Counter n Gate
- Вспомогательный сигнал счетчика – Counter n Aux
- Сигнал A счетчика n – Counter n A
- Сигнал B счетчика n – Counter n B
- Сигнал Z счетчика n – Counter n Z
- Сигнал сложения_вычитания счетчика – Counter n Up_Down
- Аппаратный сигнал запуска счетчика n – Counter n HW Arm
- Сигнал синхронизации отсчетов счетчика n – Counter n Sample Clock
- Сигнал с внутреннего выхода счетчика n – Counter n Internal Output
- Сигнал переноса счетчика n – Counter n TC
- Сигнал выхода частот – Frequency Output

В данном разделе n в счетчиках шасси cDAQ принимает значение 0, 1, 2 или 3.

Например, сигнал Counter n Source относится к четырем сигналам – Counter 0 Source (вход источника для счетчика 0), Counter 1 Source (вход источника для счетчика 1), Counter 2 Source (вход источника для счетчика 2) или Counter 3 Source (вход источника для счетчика 3).



Примечание Все сигналы синхронизации счетчика могут быть отфильтрованы. Обратитесь к параграфу *Фильтры PFI* раздела 4, *Цифровой ввод-вывод и PFI* для получения дополнительной информации.

Сигнал Counter n Source

Выбранный фронт сигнала источника счетчика n (Counter n Source) инкрементирует и декрементирует содержимое счетчика в зависимости от выполняемого приложения. В таблице 5-8 приведен список используемых в различных приложениях контактов источников сигналов.

Таблица 5-8. Приложения счетчиков и выход источника n

Приложение	Назначение контакта источника сигнала
Генерация импульсов	Опорная частота для счетчиков (Counter Timebase)
Измерение времени с использованием одного счетчика	Опорная частота для счетчиков (Counter Timebase)
Измерение времени с использованием двух счетчиков	Вход (Input Terminal)
Подсчет фронтов без буферизации	Вход (Input Terminal)
Подсчет фронтов с буферизацией	Вход (Input Terminal)
Управление фронтами двух сигналов	Опорная частота для счетчиков (Counter Timebase)

Маршрутизация сигнала Counter n Source

Каждый счетчик имеет независимый переключатель для входного сигнала Counter n Source. Любой из следующих сигналов может быть направлен на вход Counter n Source:

- Опорная частота 80 МГц
- Опорная частота 20 МГц
- Опорная частота 100 кГц
- Сигнал с любой линии PFI (программируемый функциональный интерфейс)
- Событие аналогового сравнения (Analog Comparison Event)
- Событие обнаружения изменений (Change Detection Event)

Кроме того, выводы переноса (TC) или разрешения счета (Gate) счетчика могут быть направлены на разные источники счетчика.

Некоторые из этих настроек могут быть недоступны в некоторых программных драйверах. Для получения более подробной информации обратитесь к разделу *Device Routing in MAX* справочной системы *NI-DAQmx* или к справочной системе *LabVIEW Help*.

Маршрутизация сигнала Counter n Source на выходной контакт

Вы можете направить сигнал Counter n Source на любой контакт PFI.

Сигнал Counter n Gate

Сигнал разрешения счета Counter n Gate может быть использован для выполнения множества различных операций в зависимости от приложения, включая запуск и остановку счетчиков, а также сохранение содержимого счетчика.

Маршрутизация сигнала на вход Counter n Gate

Каждый счетчик имеет независимый переключатель для входного сигнала Counter n Gate. Любой из следующих сигналов может быть направлен на вход Counter n Gate:

- Сигнал с любой линии PFI (программируемый функциональный интерфейс)
- Сигнал запуска аналогового ввода по опорному событию (AI Reference Trigger)
- Сигнал запуска аналогового ввода (AI Start Trigger)
- Сигнал синхронизации отсчетов аналогового вывода (AO Sample Clock)
- Сигнал синхронизации отсчетов цифрового ввода (DI Sample Clock)
- Опорный сигнал запуска цифрового ввода (DI Reference Trigger)
- Сигнал синхронизации отсчетов цифрового вывода (DO Sample Clock)
- Событие обнаружения изменений (Change Detection Event)
- Событие аналогового сравнения (Analog Comparison Event)

Кроме того, внутренний выход счетчика (Internal Output) или сигнал источника (Source) может быть направлен на другой вход разрешения счета.

Некоторые из этих настроек могут быть недоступны в некоторых программных драйверах. Для получения более подробной информации обратитесь к разделу *Device Routing in MAX* справочной системы *NI-DAQmx* или к справочной системе *LabVIEW Help*.

Маршрутизация сигнала Counter n Gate на выходной контакт

Вы можете направить выходной сигнал Counter n Gate на любой контакт PFI.

Сигнал Counter n Aux

Вспомогательный сигнал счетчика n (Counter n Aux Signal) используется для первого фронта при измерениях с управлением по фронтам двух сигналов.

Маршрутизация сигнала на вход Counter n Aux

Каждый счетчик имеет независимый переключатель для входного сигнала Counter n Aux. Любой из следующих сигналов может быть направлен на вход Counter n Aux:

- Сигнал с любой линии PFI (программируемый функциональный интерфейс)
- Сигнал запуска аналогового ввода по опорному событию (AI Reference Trigger)
- Сигнал запуска аналогового ввода (AI Start Trigger)
- Событие аналогового сравнения (Analog Comparison Event)
- Событие обнаружения изменений (Change Detection Event)

Кроме того, внутренний выход счетчика, сигнал разрешения счета или сигнал источника может быть направлен на вспомогательный вход другого счетчика. Собственный сигнал разрешения счета также может быть направлен на вспомогательный вход.

Некоторые из этих настроек могут быть недоступны в некоторых программных драйверах. Для получения более подробной информации обратитесь к разделу *Device Routing in MAX* справочной системы *NI-DAQmx* или к справочной системе *LabVIEW Help*.

Сигналы A, B и Z счетчика n

Сигнал B счетчика n может управлять направлением счета в приложениях счета фронтов. Входы A, B и Z каждого счетчика применяются при измерениях с использованием квадратурных или двухимпульсных энкодеров

Маршрутизация сигналов на входы A, B и Z счетчика

Каждый счетчик имеет независимый переключатель для любого из входов A, B или Z. Любой из следующих сигналов может быть направлен на любой из этих входов:

- Сигнал с любой линии PFI (программируемый функциональный интерфейс)
- Событие аналогового сравнения (Analog Comparison Event)

Маршрутизация сигнала Z счетчика n на выходной контакт

Вы можете направить сигнал Z счетчика n на любой контакт PFI.

Сигнал Up_Down счетчика n

Сигнал Up_Down счетчика n – это другое название сигнала В счетчика n .

Сигнал Counter n HW Arm счетчика n

Аппаратный сигнал запуска Counter n HW Arm счетчика n разрешает выполнять ввод или вывод данных.

Для того, чтобы начать ввод или вывод данных предварительно необходимо разрешить или запустить счетчик. В некоторых приложениях, таких, как буферизированный счет фронтов, счет начинается с момента запуска. В других приложениях, таких, как однократное измерение длительности импульса, после запуска счетчик ожидает прихода сигнала на вход Gate. Операции вывода данных могут использовать сигнал запуска счетчика в дополнение к сигналу запуска начала операции.

Счетчик можно запустить командой программы или настроить счетчик на запуск по аппаратному сигналу запуска. В программе этот аппаратный сигнал называется сигналом Arm Start Trigger. Программа направляет сигнал Arm Start Trigger на аппаратный вход запуска счетчика (Counter n HW Arm).

Маршрутизация сигналов на вход Counter n HW Arm

Любой из следующих сигналов может быть направлен на аппаратный вход запуска счетчика n :

- Сигнал с любой линии PFI (программируемый функциональный интерфейс)
- Сигнал запуска аналогового ввода по опорному событию (AI Reference Trigger)
- Сигнал запуска аналогового ввода (AI Start Trigger)
- Событие аналогового сравнения (Analog Comparison Event)
- Событие обнаружения изменений (Change Detection Event)

Сигнал с внутреннего выхода счетчика может быть направлен на другой аппаратный вход Counter n HW Arm.

Некоторые из этих настроек могут быть недоступны в некоторых программных драйверах. Для получения более подробной информации обратитесь к разделу *Device Routing in MAX* справочной системы *NI-DAQmx* или к справочной системе *LabVIEW Help*.

Сигнал Counter n Sample Clock счетчика n

Сигнал синхронизации отсчетов счетчика n (CtrnSampleClock) применяется для синхронизируемого сбора или генерации данных.

Можно задать внутренний или внешний источник сигнала Counter n Sample Clock. Можно также задать начало формирования отсчета по положительному или отрицательному фронту сигнала Counter n Sample Clock.

Если контроллер cDAQ получает сигнал Counter n Sample Clock, когда память FIFO заполнена, то в программу главного компьютера отправляется сообщение об ошибке переполнения.

Использование внутреннего источника

Чтобы использовать сигнал Counter n Sample Clock с внутренним источником, задайте источник и полярность сигнала. В качестве источников можно использовать один из следующих сигналов:

- Сигнал синхронизации отсчетов цифрового ввода (DI Sample Clock)
- Сигнал синхронизации отсчетов цифрового вывода (DO Sample Clock)
- Сигнал синхронизации отсчетов аналогового ввода (ai/SampleClock, te0/SampleClock, te1/SampleClock)
- Сигнал запуска преобразования аналогового ввода (AI Sample Clock)
- Сигнал синхронизации отсчетов аналогового вывода (AO Sample Clock)
- Сигнал обнаружения переключения (DI Change Detection Output)

Некоторые другие внутренние сигналы могут быть направлены на формирование сигнала Counter n Sample Clock. Для получения более подробной информации обратитесь к разделу *Device Routing in MAX* справочной системы *NI-DAQmx* или к справочной системе *LabVIEW Help*.

Использование внешнего источника

Можно использовать следующие сигналы в качестве сигналов Counter n Sample Clock:

- Сигнал с любой линии PFI (программируемый функциональный интерфейс)
- Событие аналогового сравнения (Analog Comparison Event)

Можно собирать данные по положительному или отрицательному фронту сигнала Counter n Sample Clock.

Маршрутизация сигнала Counter n Sample Clock на выходной контакт

Вы можете направить сигнал Counter n Sample Clock на любой контакт PFI. Схема PFI инвертирует сигнал Counter n Sample Clock до вывода его на контакт PFI.

Внутренний выход счетчика n и сигнал переноса (Counter n TC Signal)

Сигнал с внутреннего выхода счетчика n изменяется по сигналу переноса счетчика n .

Существует два программно выбираемых варианта: вывод импульса на выход ТС и переключение выхода ТС. Полярность вывода программно настраивается для обоих вариантов.

В задачах генерации импульса или последовательности импульсов счетчик формирует импульс (импульсы) на внутреннем выходе счетчика n (Counter n Internal Output).

Сигнал с этого выхода может быть направлен внутренней схемой на вход счетчика/таймера или для использования в качестве «внешнего» источника тактовых импульсов для операций аналогового ввода, аналогового вывода, цифрового ввода или цифрового вывода.

Маршрутизация сигнала с внутреннего выхода счетчика n на выходной контакт

Вы можете направить сигнал с внутреннего выхода счетчика n на любой контакт PFI.

Сигнал выхода частот

Сигнал выхода частот (FREQ OUT) – это выходной сигнал генератора частот.

Маршрутизация сигнала выхода частот на контакт PFI

Вы можете направить сигнал выхода частот на любой контакт PFI.

Подключение счетчика/таймера по умолчанию

Сигналы счетчика/таймера предназначены для параллельных цифровых модулей ввода/вывода С серии. Для определения вариантов маршрутизации сигналов модулей, установленных в вашей системе, перейдите на закладку **Device Routes** в MAX.

Можете использовать настройки по умолчанию или выбрать другие источники и адреса назначения для сигналов счетчиков/таймеров в NI-DAQmx. Обратитесь к разделу *Connecting Counter Signals* в справочной системе *NI-DAQmx Help* или справочной системе *LabVIEW Help* для получения подробной информации о подключении сигналов о типовых схемах измерений и генерации с помощью счетчика. Линии PFI, используемые по умолчанию для выполнения функций счетчиков, перечислены в разделе *Physical Channels* справочной системы *NI-DAQmx Help* или в справочной системе *LabVIEW Help*.

Запуск счетчиков

Счетчики поддерживают три разных способа запуска:

- **Arm Start Trigger (Активация запуска операции)** – чтобы начать какую-либо операцию ввода или вывода, реализуемую счетчиком, сначала необходимо разрешить или активировать счетчик. Счетчик можно запустить командой программы или настроить счетчик на запуск по аппаратному сигналу запуска. В программе этот аппаратный сигнал называется сигналом Arm Start Trigger. Программа направляет сигнал Arm Start Trigger на аппаратный вход запуска счетчика Counter n HW Arm.
- Для операций вывода, реализуемых счетчиком, этот сигнал может служить дополнением к сигналу запуска или к сигналу паузы. Для операций ввода, реализуемых счетчиком, сигнал Arm Start Trigger применяется для начала работы с имитацией сигнала запуска. Активация запуска операции может быть использована для синхронизации нескольких задач ввода или вывода, реализуемых счетчиками.

- При активации запуска операции источник сигнала Arm Start Trigger направляется на аппаратный вход Counter n HW Arm.
- **Start Trigger (Запуск операции)** – для операций вывода, реализуемых счетчиком, запуск операции может быть настроен на начало генерации конечного числа импульсов или на начало непрерывной генерации импульсов. Непрерывная генерация импульсов будет продолжаться до тех пор, пока вы не остановите эту операцию программно. При генерации заданного числа импульсов операция будет остановлена после выдачи заданного числа импульсов, если не применен атрибут перезапуска. С этим атрибутом генерация возобновляется при поступлении последующих сигналов запуска.
- При запуске операции источник сигнала запуска направляется на вход разрешения счета Counter n Gate. Операции ввода, реализуемые счетчиком, могут использовать сигнал Arm Start Trigger для начала работы аналогично тому, как это происходит по сигналу запуска (Start Trigger).
- **Pause Trigger (Пауза)** – сигналы паузы применяются в приложениях подсчета фронтов и в приложениях непрерывной генерации импульсов. При счете фронтов счетчик останавливает счет при низком уровне сигнала и возобновляет счет при возврате высокого уровня сигнала, или наоборот. При непрерывной генерации импульсов счетчик также приостанавливает генерацию импульсов при низком уровне сигнала и возобновляет счет при возврате высокого уровня сигнала, или наоборот.
- При использовании сигнала паузы источник сигнала паузы направляется на вход разрешения счета Counter n Gate.

Другие возможности счетчиков

В следующих разделах рассмотрены другие возможности счетчиков, доступные в контроллере cDAQ:

Каскадирование счетчиков

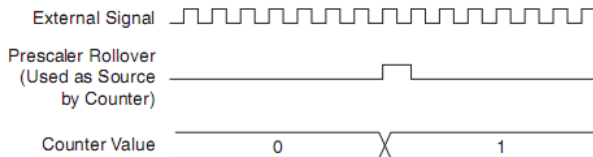
Сигнал с внутреннего выхода Counter n Internal Output и сигнал переноса Counter n TC каждого счетчика n можно направить по внутренним цепям на вход Gate другого счетчика. Каскадным соединением двух счетчиков можно эффективно создать 64-битный счетчик. Каскадируя счетчики можно также создавать другие приложения. Например, для увеличения точности измерения частоты используйте взаимнообратное (reciprocal) измерение частоты, как это описано в разделе *Измерение частот в широком диапазоне с использованием двух счетчиков*.

Предварительное деление частоты

Предварительное деление частоты позволяет счетчику работать с более высокочастотными сигналами, чем максимальная опорная частота счетчика В контроллере cDAQ возможно предварительное деление частоты 8X и 2X для каждого счетчика (этот режим можно запретить). Каждый предделитель частоты состоит из маленького, простого счетчика, который делит, переполняясь, на восемь (или на два). Этот счетчик более быстродействующий, чем большие счетчики, которые просто подсчитывают количество переполнений маленького счетчика. Таким образом, предварительный делитель частоты действует как делитель частоты источника и

формирует частоту, которая является одной восьмой (или одной второй) от исходной, как это показано на рисунке 5-37.

Рисунок 5-37. Предварительное деление частоты



External Signal – Внешний сигнал, Prescaler Rollover (Used as Source by Counter) – Переполнение делителя частоты (используется в качестве источника для счетчика), Counter Value – Содержимое счетчика

Предварительное деление частоты предназначено для измерения частоты непрерывного периодического сигнала. Содержимое счетчика предделителя частоты не могут быть считаны; поэтому невозможно определить, сколько фронтов исходного сигнала появилось с момента предыдущего переполнения. Предварительное деление частоты может применяться для подсчета фронтов в случае, если допустима ошибка до семи (или до одного) тактов. Предварительное деление частоты может применяться, когда источником для счетчика является внешний сигнал. Предварительное деление частоты невозможно, когда источником является одна из опорных частот (80 МГц, 20 МГц или 100 кГц).

Режимы синхронизации

32-разрядный счетчик считает на сложение или вычитание синхронно с сигналом источника. Сигнал разрешения счета и другие входы счетчика асинхронны по отношению к сигналу источника, поэтому контроллер cDAQ синхронизирует эти сигналы до их передачи на внутренний счетчик.

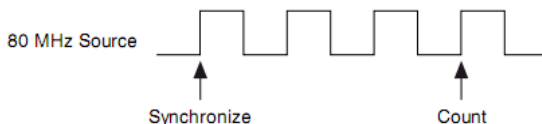
В зависимости от того, каким образом вы настроили ваше устройство, контроллер cDAQ использует один из двух способов синхронизации:

- *Режим для источника частотой 80 МГц*
- *Внешний или внутренний источник с частотой меньшей, чем 20 МГц*

Режим для источника частотой 80 МГц

В режиме источника 80 МГц контроллер синхронизирует сигналы по положительному фронту источника и считает по третьему положительному фронту источника. Фронты конвейеризируются, поэтому импульсы не теряются (рисунок 5-38.)

Рисунок 5-38. Режим для источника частотой 80 МГц

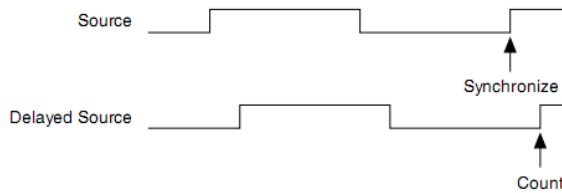


80 MHz Source – 80 МГц источник, Synchronize – Синхронизация, Count – Счет

Внешний или внутренний источник с частотой меньше, чем 20 МГц

При работе с внешним или внутренним источником с частотой меньше, чем 20 МГц, модуль задерживает сигнал источника на несколько наносекунд. Контроллер синхронизирует сигнал по положительному фронту задержанного сигнала источника и считает следующие положительные фронты источника, как это показано на рисунке 5-39.

Рисунок 5-39. Внешний или внутренний источник с частотой меньше, чем 20 МГц



Source – Сигнал источника, Delayed Source – Сигнал источника с задержкой,
Synchronize – Синхронизация, Count – Счет

Цифровая маршрутизация и генерация тактовых импульсов

В этом разделе рассматриваются схемы цифровой маршрутизации и генерации тактовых импульсов контроллера cDAQ.

Цифровая маршрутизация

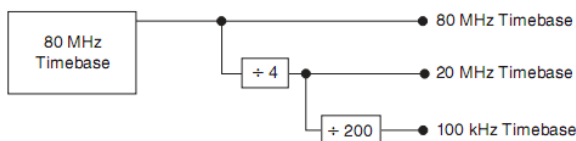
Схема цифровой маршрутизации выполняет следующие функции:

- Управление потоком данных между интерфейсом шины и подсистемами сбора/генерации данных (аналогового ввода, аналогового вывода, цифрового ввод/вывод и ввода-вывода с помощью счетчиков). Схема цифровой маршрутизации использует FIFO (если есть) в каждой подсистеме для гарантированной передачи данных.
- Маршрутизация сигналов синхронизации и управления. Подсистемы сбора/генерации данных используют эти сигналы для управления операциями сбора и генерации данных. Эти сигналы могут приходить от следующих источников:
 - Ваших модулей С-серии
 - От пользовательского входа через контакты PFI при использовании параллельных цифровых модулей С-серии
- Маршрутизация и генерация главных сигналов синхронизации для контроллера cDAQ. Чтобы определить маршрутизацию сигналов для модулей С-серии, установленных в контроллер cDAQ, перейдите на закладку **Device Routes** в MAX.

Маршрутизация импульсов

На рисунке 6-1 приведена схема маршрутизации импульсов в контроллере cDAQ.

Рисунок 6-1. Схема маршрутизации импульсов



Onboard 80 MHz Oscillator – Встроенный 80 МГц генератор, *80 MHz Timebase* – Опорная частота 80 МГц, *20 MHz Timebase* – Опорная частота 20 МГц, *100 kHz Timebase* – Опорная частота 100 кГц

80 MHz Timebase

Можно использовать опорную частоту 80 МГц в качестве входного сигнала для входа Source 32-разрядных счетчиков/таймеров общего назначения.

Опорная частота 20 МГц

Опорная частота 20 МГц обычно используется для формирования разных сигналов синхронизации аналогового ввода и аналогового вывода. Эта частота может служить в качестве входного сигнала для входа Source 32-разрядных счетчиков/таймеров общего назначения.

Опорная частота 20 МГц формируется путем деления опорной частоты 80 МГц (рисунок 6-1).

Опорная частота 100 кГц

Опорную частоту 100 кГц можно использовать для формирования сигналов синхронизации аналогового ввода и аналогового вывода. Она может также служить в качестве входного сигнала для входа Source 32-разрядных счетчиков/таймеров общего назначения.

Опорная частота 100 кГц формируется путем деления опорной частоты 20 МГц на 200 (рисунок 6-1).

Операционная система контроллера и конфигурация BIOS

В этом приложении рассматриваются следующие темы, касающиеся настроек контроллера NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137:

- *Предупреждения в процессе самотестирования при включении питания (POST)*
- *Восстановление операционной системы Windows*
- *Использование утилиты настройки BIOS для изменения настроек*
- *Сброс настроек BIOS*

Предупреждения в процессе самотестирования при включении питания

POST контроллера cDAQ отображает на экране предупреждения о конкретных проблемах.

- **BIOS Reset Detected** – это предупреждение отображается при нажатии кнопки CMOS Reset. Это предупреждение означает, что в BIOS используются настройки по умолчанию.
- **CMOS Battery Is Dead** – это предупреждение отображается, когда батарея CMOS полностью разряжена и должна быть заменена. Настройки BIOS сохраняются даже при разряженной батарее CMOS, но система будет загружаться очень медленно, поскольку BIOS не сможет оптимизировать время загрузки, сохраняя некоторую информацию о системе в CMOS.



Примечание При появлении предупреждения POST добавляет 10 дополнительных секунд, POST чтобы предоставить пользователю время прочитать предупреждение.

Восстановление операционной системы Windows

(NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137 for Windows) Вы можете восстановить операционную систему Windows на жестком диске контроллера cDAQ с диска *NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137 Controller OEM Re-Installation*, поставляемого вместе с контроллером.



Примечание Восстановление операционной системы стирает содержимое жесткого диска. Перед началом восстановления сохраните необходимые файлы.



Примечание Перед восстановлением операционной системы вы можете вернуть контроллер cDAQ в заводское состояние по умолчанию, сбросив настройки BIOS, как описано в разделе *Сброс системной CMOS и настроек BIOS* главы 1, *Начало работы с контроллером cDAQ*.

Чтобы использовать диска для восстановления системы выполните следующие действия.

1. Подключите внешний DVD-дисковод через USB-концентратор к одному из USB-портов контроллера cDAQ и вставьте диск для восстановления.
2. Подключите клавиатуру к другому порту USB контроллера cDAQ. Подключите мышь к концентратору USB.
3. Включите питание системы cDAQ.
4. Нажмите клавишу <F10> на клавиатуре.
5. Выберите DVD-дисковод или диск для восстановления системы.
6. Нажмите любую клавишу для загрузки с диска для восстановления системы.
7. В окне Windows Recovery Configuration выберите ваш язык и настройку жесткого диска для установки Windows Embedded Standard 7 (WES7) SP1.

После восстановления операционной системы вы можете повторно установить программное обеспечение и драйверы на контроллер в следующем порядке:

1. LabVIEW, как описано в документе *LabVIEW Installation Guide*
2. NI-DAQmx, как описано в документе *Read Me First: NI-DAQmx and DAQ Device Installation Guide*.
3. **(NI cDAQ-9134/9135 for Windows)** NI-XNET, как описано в документе *NI-XNET Hardware and Software Installation Guide*



Примечание Для получения информации о повышении устойчивости системы Windows перейдите на сайт ni.com/info и введите информационный код extxxx.

Использование утилиты настройки BIOS для изменения настроек

Контроллер cDAQ поставляется с настройками, хорошо работающими в большинстве приложений. Однако если для вашего приложения требуются другие настройки, вы можете использовать утилиту настройки BIOS для их изменения. Вы можете также использовать утилиту настройки BIOS для включения особых функций контроллера. В этот раздел раскрыты следующие темы:

- [Запуск утилиты настройки BIOS](#)
- [Меню Main](#)
- [Меню Advanced](#)
- [Меню Security](#)
- [Меню Boot](#)
- [Меню Save & Exit](#)

Изменение настроек BIOS может привести к некорректной работе контроллера или к невозможности его загрузки. Вообще *не* изменяйте параметр настройки, если вы не знаете точно, за что он отвечает. Обратитесь к разделу [Сброс настроек BIOS](#) для получения информации о восстановлении настроек по умолчанию.

Запуск утилиты настройки BIOS

Выполните следующие шаги для запуска утилиты настройки BIOS.

1. Подключите видеомонитор к разъему mini DisplayPort контроллера cDAQ.
2. Подключите USB-клавиатуру к одному из хост-портов USB контроллера cDAQ.
3. Включите питание или перезагрузите контроллер cDAQ.
4. Нажмите и удерживайте нажатой клавишу <F10> или до появления сообщения **Please select boot device:**
5. Используйте стрелку вниз для выбора **Enter Setup** и нажмите клавишу <Enter>. Утилита настройки загрузится спустя короткое время.

При первом входе в утилиту настройки отображается меню настройки Main. Используйте клавиши, приведенные в таблице A-1 для навигации по утилите настройки BIOS.

Таблица А-1 Навигация с помощью клавиш по утилите настройки BIOS

Клавиша (-и)	Функция (-и)
Стрелка влево, стрелка вправо	Перемещение между различными меню настроек. Если вы находитесь в подменю, эти клавиши не действуют, и сначала вы должны нажать <Esc> для выхода из подменю. (Чтобы использовать стрелки на цифровой клавиатуре необходимо отключить Num Lock).
Стрелка вверх, стрелка вниз	Перемещение между вариантами в меню настройки. (Чтобы использовать стрелки на цифровой клавиатуре необходимо отключить Num Lock).
<Enter>	Вход в подменю или отображение всех доступных настроек для выделенного пункта.
<Esc>	Возврат в родительское меню из подменю. В меню верхних уровней эта клавиша вызывает меню Exit.
<+>, <->	Перебор всех доступных вариантов выбранной настройки.
<Tab> (табуляция)	Выбор полей даты и времени.
<F9>	Загрузка оптимальных значений по умолчанию для всех настроек BIOS. Оптимальные значения по умолчанию совпадают с заводскими настройками по умолчанию.
<F10>	Сохранение настроек и выход из утилиты настройки BIOS.

Меню Main

Наиболее часто используемые и модифицируемые настройки BIOS находятся в меню Main. В меню Main отображается следующая конфигурационная информация:

- **BIOS Version and Build Date** – версия BIOS контроллера и дата ее создания.
- **Embedded Firmware Version** – эта информация помогает идентифицировать возможности встроенных аппаратных средств.
- **Processor Type, Base Processor Frequency и Active Processor Core** – тип процессора, используемого в контроллере, его быстродействие и количество активных ядер.
- **Total Memory** – размер системной памяти RAM, обнаруживаемой BIOS.

В меню Main находятся также следующие настройки:

- **System Date** – управление датой, сохраняемой в часах реального времени с резервным питанием от батареи. В большинстве операционных систем имеется способ изменить эти настройки. Используйте клавиши <+> и <->, а также <Enter> и <Tab> для изменения этих значений.
- **System Time** – управление временем суток, сохраняемым в часах реального времени с резервным питанием от батареи. В большинстве операционных систем есть способ изменить эти настройки. Используйте клавиши <+> и <->, а также <Enter> и <Tab> для изменения этих значений.

Меню Advanced

В этом меню содержатся настройки BIOS, обычно не нуждающиеся в модификации. При появлении конкретных проблем, например, незагружающихся дисков или конфликтов ресурсов, вам может потребоваться проверить настройки в этом меню.



Внимание Изменение настроек в меню Advanced может привести к нестабильной работе контроллера или к невозможности его загрузки. Если это произойдет, следуйте процедуре, описанной в разделе [Сброс настроек BIOS](#) для восстановления заводских настроек BIOS по умолчанию.

Меню Advanced включает следующие настройки и подменю:

- [Power/Wake Configuration](#) – доступ к подменю Power/Wake Configuration.
- [SATA Configuration](#) – доступ к подменю SATA Configuration.
- [USB Configuration](#) – доступ к подменю USB Configuration.

Подменю Power/Wake Configuration

Используйте это подменю для применения альтернативных настроек функций питания и пробуждения чипсета и контроллера. Как правило, эти настройки не нуждаются в модификации, поскольку заводские настройки предоставляют наиболее совместимую и оптимальную конфигурацию.

- **Restore After Power Loss** – состояние питания, в которое должен вернуться контроллер после потери напряжения постоянного тока. Допустимые значения – **Stay Off** и **Turn On**. Значение по умолчанию – **Turn On**. При значении **Stay Off** контроллер возвращается в выключенное состояние при восстановлении напряжения переменного тока. При значении **Turn On** контроллер включается при восстановлении напряжения постоянного тока.
- **Power Button Off Behavior** – задает реакцию системы на нажатие кнопки питания. Допустимые значения – **Normal** и **Disabled**. Значение по умолчанию – **Normal**. Если значение равно **Normal**, система реагирует на нажатие кнопки питания так, как определено операционной системой. Если значение равно **Disabled**, нажатие кнопки питания не влияет на включенную систему. Когда система выключена, нажатие кнопки питания всегда включает систему. Обратитесь к параграфу [Кнопка питания](#) раздела 1, [Начало работы с контроллером cDAQ](#), для получения дополнительной информации.
- **Ring Indicator Wake** – разрешение или запрет способности пробуждать выключенную систему при помощи контакта Ring Indicator последовательного порта RS-232. Значение по умолчанию – **Disabled**. Обратитесь к параграфу [Последовательный порт RS-232](#) раздела 1, [Начало работы с контроллером cDAQ](#), для получения дополнительной информации.
- **Wake On Trigger** – разрешение или запрет способности пробуждать выключенную систему с использованием контакта PFI 0 на передней панели. Значение по умолчанию – **Disabled**. Обратитесь к параграфу [Разъем PFI 0 SMB](#) раздела 1, [Начало работы с контроллером cDAQ](#), для получения дополнительной информации.

Подменю SATA Configuration

Используйте это подменю для применения альтернативных настроек интерфейса жесткого диска (HDD). Как правило, эти настройки не нуждаются в модификации,

поскольку заводские настройки предоставляют наиболее совместимую и оптимальную конфигурацию.

- **SATA Controller(s)** – эта настройка определяет, включен или выключен встроенный контроллер SATA. Значение по умолчанию – **Enabled**.
- **Onboard Storage** – здесь отображается обнаруженный в системе встроенный жесткий диск.

Подменю USB Configuration

Используйте это подменю для применения альтернативных настроек портов USB. Как правило, эти настройки не нуждаются в модификации, поскольку заводские настройки предоставляют наиболее совместимую и оптимальную конфигурацию.

- **USB Devices** – здесь перечисляются все обнаруженные в системе устройства, упорядоченные по типу.
- **Legacy USB Support** – эта настройка определяет, включена ли поддержка наследуемых версий USB. Поддержка наследуемых версий USB относится к возможности использовать USB-клавиатуру и мышь во время загрузки системы или в наследуемой операционной системе, например, DOS. Значение по умолчанию для контроллеров NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137 с OC LabVIEW Real-Time – **Disabled**. Значение по умолчанию для контроллеров NI cDAQ-9132/9133/9134/9135/9136/9137 с OC Windows – **Enabled**.
- **Overcurrent Reporting** – эта настройка позволяет BIOS уведомлять операционную систему о портах USB, потребляющих слишком большой ток. Значение по умолчанию – **Disabled**. Аппаратная защита от перегрузки по току всегда активна и ее нельзя отключить.
- **Transfer Timeout** – значение тайм-аута USB для режимов обмена данными Control, Bulk, и Interrupt. Значение по умолчанию – **20** секунд.
- **Device Reset Timeout** – количество секунд, которое POST ожидает запуска USB-накопителя. Значение по умолчанию – **20** секунд.
- **Device Power-Up Delay** – максимальное время, которое дается устройству перед перечислением. Допустимые значения – **Auto** и **Manual**. Значение по умолчанию – **Auto**. Когда значение равно **Auto**, корневому порту предоставляется 100 мс, а значение задержки порта концентратора назначается через дескриптор концентратора.
- **Device Power-Up Delay in Seconds** – количество секунд, которое POST ожидает запуска USB-устройства или концентратора. Эта настройка отображается только тогда, когда значение Device Power-Up Delay равно **Manual**. Значение по умолчанию – **5** секунд.
- **Emulation Type** – эта настройка доступна для каждого обнаруженного запоминающего устройства USB и определяет, как BIOS представляет запоминающее устройство USB в системе. Доступны следующие варианты: флоппи-диск, Zip-архив, жесткий диск или диск CD-ROM. Значение по умолчанию равно **Auto**, что позволяет BIOS обращаться с небольшими USB-накопителями как с флоппи-дисками, а с большими – как с жесткими дисками.

Меню Security

Это меню используется для включения настроек безопасности BIOS.

- **Administrator Password** – задает пароль, необходимый для доступа в утилиту настройки BIOS. Если установлен только пароль администратора, это ограничивает доступ только к программе установки BIOS и спрашивается только при входе в программу настройки BIOS. По умолчанию пароль не установлен.
- **User Password** – задает пароль, необходимый для доступа в утилиту настройки BIOS или для загрузки системы. Если установлен только пароль пользователя, это пароль, который должен быть введен при включении питания для загрузки или для входа в программу настройки BIOS. В программе настройки BIOS пользователь обладает правами администратора. По умолчанию пароль не установлен.

Меню Boot Setup

Меню Boot содержит настройки, относящиеся к процессу загрузки и приоритету устройств загрузки.

- *Boot Settings Configuration* – доступ к подменю Boot Settings Configuration
- **PXE Network Boot** – определяет, включен ли агент загрузки сети PXE. Будучи включен, Intel Boot Agent отображается в меню **Boot Option Priorities**, позволяя вам загрузиться с сервера PXE в локальной подсети. Обратите внимание, что имена устройств в Intel Boot Agent предваряются **IBA GE Slot 0200 v1553** в меню Boot Option Priorities. Для вступления в действие этой настройки необходима перезагрузка. Значение по умолчанию – **Disabled**.
- **Boot Option Priorities** – эти настройки определяют порядок, в котором BIOS проверяет загрузочные диски, в том числе локальный жесткий диск, сменные устройства, например, USB-накопители или USB CD-ROM, или сетевой загрузчик PXE. Сначала BIOS пытается загрузиться с устройства, обозначенного как **1st Boot Device**, затем - с **2nd Boot Device** и **3rd Boot Device**. Если загрузочное устройство одно, утилита настройки BIOS не отображает все эти опции настройки. Для выбора загрузочного устройства нажмите <Enter> на требуемой опции настройки и выберите загрузочное устройство из появившегося меню. Вы можете также отключить определенные устройства загрузки, выбрав **Disabled**.



Примечание В списке отображается только одно устройство каждого типа. Если существует более одного устройства одного и того же типа, используйте подменю BBS priorities соответствующего устройства для изменения порядка приоритета устройств одного типа.

При наличии одного или более загрузочных дисков соответствующего типа отображаются следующие подменю:

- *Hard Drive BBS Priorities* – доступ к подменю Hard Drive BBS Priorities для изменения порядка или отключения доступных загрузочных жестких дисков.
- *CD/DVD ROM Drive BBS Priorities* – доступ к подменю CD/DVD ROM Drive BBS Priorities для изменения порядка или отключения доступных загрузочных CD/DVD ROM-устройств.
- *Floppy Drive BBS Priorities* – доступ к подменю Floppy Drive BBS Priorities для изменения порядка или отключения доступных загрузочных флоппи-дисков.
- *Network Device BBS Priorities* – доступ к подменю Network Device BBS Priorities для изменения порядка или отключения доступных загрузочных сетевых устройств.

Подменю Boot Settings Configuration

Используйте это подменю для применения альтернативных настроек загрузки. Как правило, эти настройки не нуждаются в модификации, поскольку заводские настройки предоставляют наиболее совместимую и оптимальную конфигурацию.

- **Setup Prompt Timeout** – число секунд, которая система ждет нажатие клавиши вызова меню BIOS Setup (клавиши <Delete>). Значение по умолчанию – **2** секунды.
- **Bootup NumLock State** – состояние настройки клавиатуры NumLock при включении питания. Значение по умолчанию – **On**.

Подменю Hard Drive BBS Priorities

Boot Option #1, Boot Option #2, Boot Option #3 – эти настройки задают приоритет загрузки с жестких дисков. Устройство с самым высоким приоритетом отображается в главном списке Boot Option Priorities. Опционально каждое устройство может быть отключено, если его не следует использовать в качестве загрузочного.

Подменю CD/DVD ROM Drive BBS Priorities

Boot Option #1, Boot Option #2, Boot Option #3 – эти настройки задают приоритет загрузки с устройств CD/DVD ROM. Устройство с самым высоким приоритетом отображается в главном списке Boot Option Priorities. Опционально каждое устройство может быть отключено, если его не следует использовать в качестве загрузочного.

Подменю Floppy Drive BBS Priorities

Boot Option #1, Boot Option #2, Boot Option #3 – эти настройки задают приоритет загрузки с флоппи-дисков. Устройство с самым высоким приоритетом отображается в главном списке Boot Option Priorities. Опционально каждое устройство может быть отключено, если его не следует использовать в качестве загрузочного.

Подменю Network Device BBS Priorities

Boot Option #1, Boot Option #2, Boot Option #3 – эти настройки задают приоритет загрузки с сетевых устройств. Устройство с самым высоким приоритетом отображается в главном списке Boot Option Priorities. Опционально каждое устройство может быть отключено, если его не следует использовать в качестве загрузочного.

Меню Save & Exit

Меню **Save & Exit** содержит все доступные настройки для выхода, сохранения и загрузки конфигурации BIOS по умолчанию. В качестве альтернативы вызова этого меню нажмите <F9> для загрузки оптимальной конфигурации BIOS по умолчанию, и <F10> для сохранения изменений и выхода из настроек.

Меню Exit включает следующие подменю:

- **Save Changes and Reset** – все изменения в настройках BIOS будут сохранены в NVRAM. Затем утилита настройки завершит работу и перезагрузит контроллер. Для выбора этого варианта можно также нажать <F10>.
- **Discard Changes and Reset** – все изменения, внесенные в BIOS в ходе текущей

сессии утилиты настройки BIOS, будут сброшены. Затем утилита настройки завершит работу и перезагрузит контроллер. Для выбора этого варианта можно также нажать <Esc>.

- **Save Changes** – все изменения в настройках BIOS за время этой сессии сохраняются в NVRAM. Утилита настройки остается активной и позволяет вносить дальнейшие изменения.
- **Discard Changes** – все изменения, внесенные в BIOS в ходе текущей сессии утилиты настройки BIOS, будут сброшены. Утилита настройки BIOS остается активной.
- **Restore Factory Defaults** – восстановление всех заводских настроек BIOS по умолчанию. Эта настройка полезна при непредсказуемом поведении контроллера из-за некорректных или неприемлемых настроек BIOS. Обратите внимание, что все настройки, не относящиеся к настройкам по умолчанию, например, порядок загрузки, пароли и т.п. также будут возвращены к заводским настройкам. Для выбора этого варианта вы можете также нажать <F9>.
- **Save As User Defaults** – сохранение копии текущих настроек BIOS как User Defaults. Эта настройка полезна для сохранения пользовательской конфигурации BIOS.
- **Restore User Defaults** – восстановление в BIOS всех пользовательских настроек по умолчанию. Эта настройка полезна для восстановления ранее сохраненной пользовательской конфигурации BIOS.
- **Boot Override** – здесь перечисляются все возможные загрузочные устройства, а пользователь может переопределить список **Boot Option Priorities** для текущей загрузки. Если в настройки BIOS не было внесено изменений, система продолжит загружаться с выбранного устройства без перезагрузки. Если настройки BIOS были изменены и сохранены, потребуется перезагрузка, и выбор переопределения загрузки не будет действителен.

Сброс настроек BIOS

Обратитесь к параграфу [Сброс системной CMOS и настроек BIOS](#) раздела 1, *Начало работы с контроллером cDAQ*, где перечислены шаги, необходимые для сброса CMOS и настроек BIOS к заводским настройкам по умолчанию.

Куда обратиться за поддержкой

В этом разделе описывается, где вы можете найти примеры программ для контроллера cDAQ и модулей С-серии, а также необходимую документацию.

Примеры программ

Программное обеспечение NI-DAQmx включает примеры программ, которые помогут вам начать программировать контроллер cDAQ и модули С-серии. Вы можете модифицировать код примера и сохранить его как ваше приложение, использовать примеры для разработки нового приложения или добавить код примера в существующее приложение.

Для доступа к примерам программ NI перейдите на сайт ni.com/info и введите информационный код `daqmxexp`. За дополнительными примерами обратитесь на сайт ni.com/examples.

Для запуска примеров без установленного устройства воспользуйтесь симулируемыми устройствами NI-DAQmx. Для получения дополнительной информации откройте меню **Help»Help Topics»NI-DAQmx»MAX Help for NI-DAQmx** в Measurement & Automation Explorer (MAX) и выполните поиск симулированных устройств.

Сопутствующая документация

Каждый пакет прикладных программ и драйвер содержит информацию о разработке приложений измерения и управления измерительными устройствами. Ссылки на следующие документы предполагают, что у вас установлены NI-DAQmx, LabVIEW 2012 или выше и, где применимо, LabVIEW Real-Time 2012 и версии 8.6.1 или выше других прикладных программ NI.

Документация на контроллер cDAQ

В документах *NI cDAQ-9132/9134/9136 for Windows Quick Start* или *NI cDAQ-9133/9135/9137 for Windows Quick Start*, поставляемых с вашим контроллером cDAQ с заранее загруженным программным обеспечением Windows Embedded Standard 7, описывается, как устанавливать и настраивать контроллер cDAQ и модули С-серии, а также как убедиться в том, что устройство работает правильно.

В документах *The NI cDAQ-9132/9134/9136 for LabVIEW Real-Time Quick Start* или *NI cDAQ-9133/9135/9137 for LabVIEW Real-Time Quick Start*, поставляемых с вашим

контроллером cDAQ, отформатированным под LabVIEW Real-Time жестким диском, описывается как настроить хост-компьютер, установить программное обеспечение NI-DAQmx для Windows, установить контроллер cDAQ и модули C-серии, а также как убедиться в том, что устройство работает правильно.

В документах *NI cDAQ-9132 Specifications*, *NI cDAQ-9133 Specifications*, *NI cDAQ-9134 Specifications*, *NI cDAQ-9135 Specifications*, *NI cDAQ-9136 Specifications* или *NI cDAQ-9137 Specifications* приводятся технические характеристики вашего контроллера cDAQ. Перейдите на страницу ni.com/manuals и выполните поиск вашего контроллера cDAQ.

В документе *NI cDAQ Chassis Calibration Procedure* приведена информация о калибровке всех контроллеров и шасси CompactDAQ National Instruments. Перейдите на страницу ni.com/manuals и выполните поиск вашего контроллера cDAQ.

Документация и технические характеристики модулей C-серии

Обратитесь к документации, поставляемой с вашим(и) модулем(модулями) C-серии или на страницу ni.com/manuals за техническими характеристиками модулей.

NI-DAQmx

В документе *NI-DAQmx Readme* перечислены устройства, ADE и прикладные программы NI, поддерживаемые данной версией NI-DAQmx. Выберите в стартовом меню **Пуск»Все программы»National Instruments»NI-DAQmx»NI-DAQ Readme**.

В справке *NI-DAQmx Help* содержатся обзоры API, общие сведения о концепциях измерений, ключевых концепциях NI-DAQmx и распространенные приложения, применимые во всех программных средах. Выберите в стартовом меню **Пуск»Все программы»National Instruments»NI-DAQmx»NI-DAQmx Help**.

LabVIEW

Обратитесь на страницу ni.com/gettingstarted для получения дополнительной информации о начале работы в LabVIEW.

Используйте справку *LabVIEW Help*, доступную из меню **Help»LabVIEW Help** в LabVIEW, для получения информации о принципах программирования в LabVIEW, пошаговых инструкциях по работе в LabVIEW и справочной информации о VI, функциях, палитрах, меню и инструментах LabVIEW. Обратитесь к следующим разделам на закладке **Contents** справки *LabVIEW Help* для получения информации о NI-DAQmx:

- **VI and Function Reference»Measurement I/O VIs and Functions» DAQmx - Data Acquisition VIs and Functions** – описывает LabVIEW NI-DAQmx VI и функции.
- **Property and Method Reference»NI-DAQmx Properties** – содержит ссылки на свойства.
- **Taking Measurements** – содержит концептуальную и обучающую информацию, необходимую вам для сбора и анализа результатов измерений в LabVIEW, включая типовые разновидности измерений, основы измерений, ключевые концепции NI-DAQmx и особенности устройств.

LabVIEW Real-Time

Обратитесь на страницу ni.com/gettingstarted для получения дополнительной информации о начале работы в LabVIEW Real-Time.

В разделе *Real-Time Module Concepts* справки *LabVIEW Real-Time Module Help* содержится концептуальная информация о методах программирования приложений реального времени, архитектурах приложений и свойствах модуля Real-Time Module, которые вы можете использовать для создания приложений реального времени. Изучите концепции модуля Real-Time Module, прежде чем начинать создавать детерминированные приложения реального времени.

Языки .NET без прикладных программ NI

С помощью Microsoft .NET Framework вы можете использовать NI-DAQmx для создания приложений на Visual C# и Visual Basic .NET без Measurement Studio. Обратитесь к документу *NI-DAQmx Readme* для получения информации о поддерживаемых версиях.

Учебные курсы

Если вам необходима дополнительная помощь, чтобы начать разрабатывать приложения с использованием продукции NI, NI предлагает учебные курсы. Для записи на курс или ознакомления с подробной программой курса обратитесь на страницу ni.com/training.

Техническая поддержка в сети

Для получения дополнительной поддержки обратитесь на страницу ni.com/support.

Многие технические характеристики и руководства/справочники пользователя DAQ доступны в формате PDF-файлов. Для просмотра у вас должен быть установлен Adobe Reader 7.0 или выше (PDF 1.6 или выше). Зайдите на сайт Adobe Systems Incorporated по адресу www.adobe.com для загрузки Adobe Reader. Обратитесь к Библиотеке руководств продуктов National Instruments на странице ni.com/manuals для получения последних версий документации.

Техническая поддержка и профессиональные сервисы

Войдите в ваш Профиль Пользователя (User Profile) на сайте National Instruments ni.com, чтобы получить личный доступ к вашим сервисам. Обратитесь к следующим разделам сайта ni.com для получения технической поддержки и профессиональных услуг:

- **Support** (Поддержка) – техническая поддержка по адресу ni.com/support включает следующие разделы:
 - **Self-Help Technical Resources** (Технические ресурсы для самостоятельного решения проблем) – обратитесь за ответами и решениями на сайт ni.com/support, где находятся программные драйверы и их обновления, База знаний с возможностью поиска, руководства по продукции NI, мастера по пошаговому поиску и устранению неисправностей, тысячи образцов программ, учебных пособий, описаний приложений, драйверы измерительных приборов и т.д. Зарегистрированные пользователи получают также доступ к дискуссионным форумам NI по адресу ni.com/forums. Специалисты по применению NI гарантируют ответ в режиме онлайн на каждый заданный вопрос.
 - **Standard Service Program Membership** (Членство в стандартной программе обслуживания) – эта программа позволяет ее участникам обращаться непосредственно к специалистам по применению NI в режиме «тет-а-тет» по телефону и электронной почте для получения технической поддержки, а также обеспечивает эксклюзивный индивидуальный доступ к учебным модулям по адресу ni.com/self-paced-training. Все клиенты автоматически получают годичное членство в Стандартной Программе Обслуживания (Standart Service Program, SSP) при приобретении большинства программных продуктов и пакетов, включая NI Developer Suite. NI предлагает гибкие варианты продления контракта, которые гарантируют, что ваши привилегии в программе SSP будут доступны вам непрерывно, пока они вам нужны. Для получения дополнительной информации посетите ni.com/ssp.
Для получения информации о других возможностях технической поддержки в вашем регионе, посетите страницу ni.com/services или обратитесь в местный офис по ni.com/contact.
- **Training and Certification** (Обучение и сертификация) – посетите страницу

ni.com/training для получения информации о программах обучения и сертификации. Вы можете также зарегистрироваться на прикладные курсы под руководством инструктора по всему миру.

- **System Integration** (Системная интеграция) – если вы столкнулись с ограничениями по времени, техническим ресурсам и иными сложностями при работе над проектом, члены National Instruments Alliance Partner (Альянс партнеров NI) могут вам помочь. Для получения дополнительной информации, свяжитесь с местным офисом NI или посетите страницу ni.com/alliance.
- **Declaration of Conformity** (Декларация о соответствии) – декларация о соответствии – это наше заявление о соответствии требованиям Совета Европейских сообществ к производителям, использующих декларации о соответствии. Эта система обеспечивает защиту пользователя по электромагнитной совместимости (ЕМС) и безопасности продукта. Вы можете получить декларацию о соответствии вашего продукта на страницу ni.com/certification.
- **Калибровочный сертификат** - Если ваш продукт поддерживает калибровку, вы можете приобрести для него калибровочный сертификат на странице ni.com/calibration.

Вы можете также посетить раздел Worldwide Offices на странице ni.com/niglobal для доступа к веб-сайтам филиалов, где имеется обновляемая контактная информация, телефоны службы поддержки, адреса электронной почты и информация о текущих событиях.