

# NI CompactRIO

Надежность

Реконфигурируемость

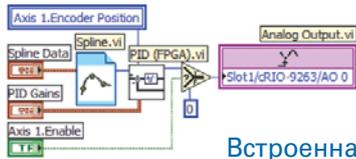
Портативность



CompactRIO – это программируемый контроллер автоматизации, предназначенный для создания полнофункциональных прототипов и внедрения готовых контрольно-измерительных систем.

## Общие сведения

CompactRIO – встраиваемая контрольно-измерительная система, основой которой является технология реконфигурируемого ввода/вывода NI RIO. Платформа CompactRIO состоит из шасси с встроенной ПЛИС, контроллера реального времени и модулей ввода/вывода.

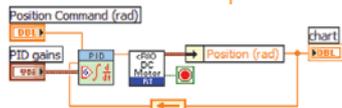


### Встроенная ПЛИС

- Реконфигурируемость встраиваемых приложений
- Параллельная обработка данных на частоте от 40 МГц

### Надежный корпус

- Диапазон рабочих температур: от -40 °C до +70 °C
- Изоляция по напряжению до 2300 В
- Ударные нагрузки до 50 g



### Контроллер реального времени

- Детерминированное во времени исполнение программного кода
- Комплексная обработка и анализ данных в реальном времени

### Ethernet порты 10/100 МБит/с

- Пользовательский интерфейс для удаленного управления
- Встроенные Веб/файловые серверы

### Высокая производительность

- Процессор реального времени и реконфигурируемая ПЛИС
- Частота тактирования ПЛИС от 40 МГц
- Параллельная регистрация данных и обработка в реальном времени на ПЛИС

### Реконфигурируемость

- Реконфигурируемая ПЛИС
- Доступ к низкоуровневым аппаратным ресурсам ПЛИС
- Программирование в среде LabVIEW (не требуется знание Verilog, VHDL, SystemC)

### Ввод/вывод сигналов

- Прямое подключение любых датчиков
- Более 40 модулей ввода/вывода (температура, тензоизмерения, вибрация, аналоговый и цифровой ввод/вывод, управление приводами, промышленные протоколы передачи данных, ввод/вывод по напряжению и току)
- Подключение модулей на лету



### Простота подключения

- Встроенные промышленные разъемы
- D-Sub или терминалы под винт

### Низкое энергопотребление

- Потребляемая мощность до 17 Вт (типичные значения 7-10 Вт)
- Дублированный вход для источника питания постоянного тока с напряжением 11-30 В

### Распределенный мониторинг

- Создание распределенных систем измерений
- Поддержка Ethernet, WiFi, USB, RS-232, RS-485, GPS, GPRS, GSM, ARINC, MIL-STD-1553B и др.

### Безопасность

- Международные сертификаты безопасности, электромагнитной совместимости и воздействия на окружающую среду
- Соответствие Class I, Division 2 по использованию в опасной среде



## Встраиваемое реконфигурируемое шасси CompactRIO

Встраиваемое шасси CompactRIO – это основной компонент платформы CompactRIO. Ядро шасси – это ПЛИС для реконфигурируемого ввода/вывода сигналов. Каждый модуль ввода/вывода имеет прямой доступ к каналам ПЛИС и программируется с использованием простых функций ввода/вывода. Ввод/вывод сигналов с каждого модуля точно синхронизирован (с погрешностью 25 нс), за счет прямого подключения модулей к сигнальным линиям ПЛИС. Интерфейсом между ПЛИС и процессором реального времени служит шина PCI.

### Характеристики

- 4 и 8-слотовая конфигурация для подключения модулей ввода/вывода
- Встроенная ПЛИС для реконфигурируемого ввода/вывода на 1 или 3 млн. логических вентиляей
- Простое конфигурирование ПЛИС в LabVIEW
- Рабочий диапазон температур: от -40 до 70 °C
- Возможность монтажа на DIN-рейку

### Задачи

- Тактирование ввода/вывода сигналов
- Синхронизация измерительных каналов
- Передача данных на контроллер
- Параллельная обработка сигналов на ПЛИС
- Аппаратная реализация сложных алгоритмов управления и цифровой обработки сигналов

Шасси	Количество слотов	Число логических вентиляей
cRIO-9103	4	3 млн.
cRIO-9101	4	1 млн.
cRIO-9104	8	3 млн.
cRIO-9102	8	1 млн.

### Защитные корпуса для CompactRIO

Для использования систем на базе CompactRIO в жестких промышленных условиях или при погружении системы в водную среду, необходимо изолировать шасси с модулями при помощи специализированных влаго и пыленепроницаемых корпусов, обладающих также высокой ударной и огневой прочностью и соответствующих международным нормам защиты IP (International Protection).





## Контроллеры реального времени CompactRIO

Встраиваемые контроллеры реального времени CompactRIO обеспечивают детерминированное исполнение приложений LabVIEW в автономном режиме.

### Характеристики

- Компактность и высокая механическая прочность
- Автономность создаваемых систем
- Программирование в LabVIEW Real-Time для детерминированного управления, регистрации и анализа данных
- Энергонезависимая память для хранения данных
- Динамическое ОЗУ для исполнения встраиваемых программ
- Порты Ethernet 10/100BaseT, а также встроенные файловый и Web-серверы с удаленным пользовательским интерфейсом
- Высокоскоростной USB-порт для подключения USB-устройств
- Последовательный интерфейс RS-232
- Низкое энергопотребление
- Рабочий диапазон температур: от -40 до 70 °C

### Задачи

- Комплексная обработка и анализ данных
- Вычисления с плавающей точкой
- Реализация многопоточной распределенной системы, частью которой является ПЛИС
- Хранение данных в энергонезависимой памяти
- Управление скоростью и последовательностью передачи данных между ПЛИС и контроллером
- Передача данных по сетевому интерфейсу на хост-машину или другие контроллеры
- Создание гибкого интерфейса пользователя

Встраиваемые контроллеры	cRIO-9014	cRIO-9012	cRIO-9004	cRIO-9002
Тактовая частота процессора	400 МГц	400 МГц	195 МГц	195 МГц
Энергонезависимая внутренняя память	2 Гб	128 Мб	512 Мб	64 Мб
Последовательный интерфейс (RS-232)	1	1	1	1
Ethernet-порт	1	1	1	1
Скоростной USB-порт	✓	✓	-	-
Потребляемое напряжение	от 9 до 35 В пост. тока, дублированное	от 9 до 35 В пост. тока, дублированное	от 9 до 35 В пост. тока, дублированное	от 9 до 35 В пост. тока, дублированное
Диапазон рабочих температур	от -40 до 70 °C			



## Монолитный CompactRIO

- ПЛИС и встраиваемый контроллер объединены в едином корпусе
- Высокая производительность
- Идеально подходит для создания больших многоканальных систем

	Динамическое ОЗУ	Энергонезависимая внутренняя память	Размер ПЛИС (число логических вентилей)	Количество слотов	Последовательный интерфейс (RS-232)	Ethernet-порт	Скоростной USB-порт	Тактовая частота процессора	Потребляемое напряжение	Диапазон рабочих температур
cRIO-9073	64 МБ	128 МБ	2 млн.	8	1	1	–	266 МГц	от 19 до 30 В пост. тока	от -20 до 55 °С
cRIO-9074	128 МБ	256 МБ	2 млн.	8	1	2	–	400 МГц	от 19 до 30 В пост. тока	от -20 до 55 °С



## Модули ввода/вывода

Компания National Instruments предлагает модули ввода/вывода для различных измерительных задач – аналогового и цифрового ввода/вывода, тензометрии, виброакустической диагностики, температурных измерений, управления движением и телекоммуникаций (GPS, GSM, GPRS, RS-232, RS-485, CAN)

### Характеристики

- Встроенное согласование сигналов
- Прямое подключение промышленных датчиков и приводов
- Широкий диапазон входных напряжений и токов
- Замена модулей на лету
- Рабочий диапазон температур от -40 до 70 °С
- Разъемы: винтовые, пружинные, D-SUB, BNC

### Задачи

- Ввод/вывод и предварительная обработка аналоговых и цифровых сигналов: с датчиков различных типов, аналоговых, промышленных сигналов, а также формирование дифференциальных/TTL сигналов для энкодеров
- Управление двигателями, формирование сигналов с ШИМ
- Промышленные протоколы передачи данных: CAN, RS-232, RS-485

## Модули CompactRIO

Тип сигнала	Сигнал	Модуль	Каналы	Особенности
Аналоговый ввод	Малые напряжения	NI 9211	4	Разрядность 24 бита, $\pm 80$ мВ, дельта-сигма АЦП, макс. частота оцифровки 14 Гц, 4 (DI**) канала терминалы под винт
		NI 9205	32	Разрядность 16 бит, программируемые диапазоны: $\pm 200$ мВ, $\pm 1$ В, $\pm 5$ В, $\pm 10$ В, макс. частота оцифровки 250 кГц, 32 SE* 16 (DI**) каналов, изоляция, терминалы под зажим или 37-контактный D-sub
	Средние напряжения	NI 9215	4	Разрядность 16 бит, $\pm 10$ В, макс. частота оцифровки 100 кГц на канал, одновременная оцифровка, 4(DI**) канала, терминалы под винт или разъем BNC
		NI 9205	32	Разрядность 16 бит, программируемые диапазоны: $\pm 200$ мВ, $\pm 1$ В, $\pm 5$ В, $\pm 10$ В, макс. частота оцифровки 250 кГц, 32 SE* 16 (DI**) каналов, изоляция, терминалы под зажим или 37-контактный D-sub
		NI 9201	8	Разрядность 12 бит, $\pm 10$ В, 500 кГц, 8 (SE*) каналов, изоляция, терминалы под винт или 25-контактный D-sub
		NI 9239	4	Разрядность 24 бита, дельта-сигма АЦП, 50 кГц/канал, одновременная оцифровка, фильтры от наложения частот, межканальная изоляция, терминалы под винт
	Высокие напряжения	NI 9221	8	Разрядность 12 бит, 800 кГц, 8 (SE*) каналов, терминалы под винт или 25-контактный D-sub
		NI 9225	3	Разрядность 24 бита, $\pm 300$ В, изоляция между каналами 600 В (RMS), одновременная оцифровка 50 кГц/канал, фильтры от наложения частот
		NI 9229	4	Разрядность 24 бита, дельта-сигма АЦП, макс. частота оцифровки 50 кГц/канал, одновременная оцифровка, фильтры от наложения частот, межканальная изоляция, терминалы под винт
	Ток ( $\pm 20$ мА)	NI 9203	8	Разрядность 16 бит, макс. частота оцифровки 800 кГц, 8 (SE*) каналов, изоляция, терминалы под винт
	Термопара ( $\pm 80$ мВ)	NI 9211	4	Разрядность 24 бита, дельта-сигма АЦП, макс. частота оцифровки 15 Гц, 4 (DI**) канала, терминалы под винт, (поддерживаемые типы термопар: J, K, R, S, T, N, E, и В)
	Терморезисторы (100 Ом)	NI 9217	4	Разрядность 24 бита, макс. частота оцифровки 400 Гц, подавление сетевых помех 50/60 Гц, подключение по 3х и 4х проводной схеме, запитка и распознавание датчиков
	IEPE сенсоры ( $\pm 5$ В) (акселерометр, микрофон)	NI 9233	4	Разрядность 24 бита, дельта-сигма АЦП, макс. частота оцифровки 50 кГц/канал, одновременная оцифровка каналов, согласование IEPE для акселерометров, разъемы BNC, фильтры от наложения частот, динамический диапазон 102 дБ
	Датчики мостового типа (динамометрические и тензодатчики)	NI 9235	8	Разрядность 24 бита, одновременная оцифровка 10 кГц на канал, подключение по четверть мостовой схеме, запитка напряжением 2 В, фильтры от наложения частот
	Датчики мостового типа (динамометрические и тензодатчики)	NI 9237	4	Разрядность 24 бита, одновременная оцифровка, макс. частота оцифровки 50кГц/канал, полумостовое, мостовое (четвертьмостовое со спец. переходником), фильтры от наложения частот, разъем RJ50
Акустические и вибросигналы	NI 9234	4	Разрядность 24 бита, динамический диапазон 102 дБ, частота оцифровки 51.2 кГц/канал, фильтры от наложения частот, программируемое связь AC/DC, запитка IEPE датчиков	
Топливные элементы	NI 9206	16	Разрядность 16 бит, программ. диапазоны - $\pm 200$ мВ, $\pm 1$ В, $\pm 5$ В, $\pm 10$ В, макс. частота оцифровки 250 кГц, 16 (DI**) каналов, межблочная изоляция 600 В (США)/ 400 В (ЕС) Кат. I, терминалы под зажим	
Универсальный аналоговый ввод	NI 9219	4	Разрядность 24 бита, дельта-сигма АЦП, макс. частота оцифровки 100 Гц/канал, одновременная оцифровка каналов, измерения напряжения, тока, температуры, тензометрия, межканальная изоляция 250 В, терминалы под зажим	
Аналоговый вывод	Средние напряжения ( $\pm 10$ В)	NI 9263	4	Разрядность 16 бит, макс. частота оцифровки 100 кГц на канал, одновременный вывод, терминалы под винт
		NI 9264	16	Разрядность 16 бит, макс. частота оцифровки 25 кГц/канал, одновременный вывод, защита $\pm 27$ В, терминалы под зажим
	Ток (0 - 20 мА)	NI 9265	4	Разрядность 16 бит, макс. частота оцифровки 100 кГц на канал, одновременный вывод, определение разрыва цепи, терминалы под винт
Цифровой ввод	Двунаправленный 5 В TTL	NI 9401	8	100 нс***, 5 В TTL, высокоскоростной, двунаправленный, защита 30 В, 25-контактный D-sub
		NI 9403	32	7 мкс***, 5 В TTL, двунаправленный, защита $\pm 30$ В, 37-контактный D-sub
	Дифференциальный или 5 В TTL	NI 9411	6	500 нс***, $\pm 5$ до 24 В, с общим проводом TTL или дифференциальный, регулируемый выход питания 5 В, 15-контактный D-sub
	24 В логика	NI 9421	8	100 мкс***, 24 В логика, защита 40 В, сток, терминалы под винт или 25-контактный D-sub
		NI 9422	8	250 мкс***, 24 В логика, межканальная изоляция 250 В, сток/исток, терминалы под винт
		NI 9423	8	1 мкс***, 24 В логика, защита 35 В, сток, терминалы под винт
		NI 9425	32	7 мкс***, 24 В логика, защита 40 В, сток, 37-контактный D-sub
250 AC/DC универсальный	NI 9435	4	3 мс***, от $\pm 5$ до 250 VDC, от 10 до 250 VAC, универсальный, сток/исток, терминалы под винт, изоляция канал/земля	

Тип сигнала	Сигнал	Модуль	Каналы	Особенности
Цифровой вывод	Двунаправленный 5 В TTL	NI 9401	8	100 нс***, 5 В TTL, высокоскоростной, двунаправленный, изоляция, 25-контактный D-sub
		NI 9403	32	7 мкс***, 5 В TTL, двунаправленный, ±30 В защита, 37-контактный D-sub
	Высокое напряжение	NI 9472	8	100 мкс***, от 6 до 30 В, исток, изоляция, 25-контактный D-Sub или терминалы под винт
		NI 9474	8	1 мкс***, от 5 до 30 В, макс. ток 8 А, изоляция канал/земля, терминалы под винт
		NI 9475	8	1 мкс***, от 5 до 60 В, ток 1 А на канал, изоляция канал/земля, терминалы под винт
		NI 9476	32	500 мкс***, от 6 до 36 В, исток, изоляция, 37-контактный D-Sub
		NI 9477	32	8 мкс***, от 5 до 60 В, макс. ток 20 А (625 мА на канал), сток, изоляция, 37-контактный D-Sub
		NI 9478	16	50 мкс***, от 0 до 50 В, макс. ток 1.2 А на канал (при всех 16 задействованных каналах), 5А на канал (при одном задействованном канале), сток, изоляция, 37-контактный D-Sub
Выход реле	Электромеханические и твердотельные реле	NI 9481	4	30 VDC (2 A), 60 VDC (1 A), 250 VAC (2 A), электромеханическое реле, терминалы под винт
		NI 9485	8	60 VDC/30 В (RMS), твердотельное реле типа А, ток до 750 мА/канал (при всех задействованных каналах), до 1.2 А/канал (при 4 задействованных каналах), время сброса 5 мс, межканальная изоляция 250 В (RMS), терминалы под винт
Счетчики, генераторы импульсов	Счетчики/таймеры (24 В)	NI 9423	8	1 мкс***, высокоскоростной, 24 В логика, защита 35 В, терминалы под винт
		NI 9425	32	7 мкс, 24 В логика, защита 40 В, 37-контактный D-Sub
	Счетчики/таймеры (5 В TTL)	NI 9411	6	500 нс***, дифференциальный, от ± 5 до 24 В, 6 цифровых входов для 2-х энкодеров (фаза А, фаза В и индексирующие входы), 15-контактный D-Sub
		NI 9401	8	100 нс***, 5 В TTL, высокоскоростной, двунаправленный, защита 30 В, 25-контактный D-Sub
	Квадратурный энкодер (дифференциальный или TTL)	NI 9411	2	500 нс***, дифференциальный от ± 5 до 24 В, 6 цифровых входов для 2-х энкодеров (фаза А, фаза В и индексирующие входы), 15-контактный D-Sub
		NI 9401	2	100 нс***, 5 В TTL, 8 цифровых входов для двух энкодеров (фаза А, фаза В и индексирующие входы), 25-контактный D-Sub
		NI 9423	2	1 мкс***, 24 В логика, 8 цифровых входов для 2-х энкодеров (фаза А, фаза В и индексирующие входы), терминалы под винт
		NI 9425	10	7 мкс***, 24 В логика, 32 цифровые линии для 10 энкодеров (фаза А, фаза В и индексирующие входы), 37-контактный D-Sub
	ШИМ / генерация импульсов (высокие напряжения)	NI 9472	8	100 мкс***, от 6 до 30 В, исток, изоляция, 25-контактный D-Sub или терминалы под винт
		NI 9474	8	1 мкс***, от 5 до 30 В, макс. ток 8 А, изоляция, терминалы под винт
		NI 9475	8	1 мкс***, от 5 до 60 В, ток 1 А на канал, изоляция, терминалы под винт
		NI 9476	32	500 мкс***, от 6 до 36 В, исток, изоляция, 37-контактный D-Sub
ШИМ / генерация импульсов (низкие напряжения)	NI 9477	32	8 мкс***, от 5 до 60 В, макс. сток, изоляция, 37-контактный D-Sub	
Управление движением	Н-мостовой привод для щеточных серводвигателей	NI 9401	8	100 нс***, 5 В TTL, высокоскоростной, двунаправленный, защита 30 В, 25-контактный D-sub
	Н-мостовой привод для щеточных серводвигателей	NI 9505	1	Выходное напряжение 30В, постоянный ток 8 А при температуре до 40 °С (ток 2 А при 70 °С), пиковое значение тока 12 А, подключение энкодера и датчик тока
CAN - интерфейс	2-канальный, низкоскоростной CAN-интерфейс	NI 9852	2	2-канальный, низкоскоростной CAN-интерфейс, максимальная скорость передачи данных 125 Кб/с, совместимость со стандартом ISO 11519, 11 и 29 битный арбитраж доступа, коннектор DB-9 (вилка)
	2-канальный, высокоскоростной CAN-интерфейс	NI 9853	2	2-портовый, высокоскоростной CAN-интерфейс, максимальная скорость передачи данных 125 Мб/с, совместимость со стандартом ISO 11898, 11 и 29 битный арбитраж доступа, разъем DB-9 (вилка)
Последовательный интерфейс	RS-232	NI 9870	4	скорость передачи от 14 бит/с до 921.6 кбит/с, биты данных 5,6,7,8, стоповые биты: 1, 1.5, 2, буферы FIFO на каждый канал, контроль потока данных
	RS-485/232	NI 9871	4	скорость передачи от 14 бит/с до 1.842 Мбит/с, биты данных 5,6,7,8, стоповые биты: 1, 1.5, 2, буферы FIFO на каждый канал, режимы передачи данных: 2-проводной, 4-проводной
Специализированные модули ввода/вывода	специализированный ввод/вывод	NI 9951	2	Набор разработки модулей cRIO - 9951 имеет набор инструментов, предназначенных для создания собственных модулей ввода/вывода CompactRIO с учетом специфики создаваемых приложений

\* SE – канал с одним общим проводом

\*\* DI – дифференциальный канал

\*\*\* Минимальная длительность формируемых/обрабатываемых сигналов

## Набор для разработки собственных модулей cRIO:

cRIO-9951 – Набор для разработки модулей cRIO-9951, включает в себя инструменты необходимые для создания пользовательских модулей, учитывающих специфику конкретных приложений.



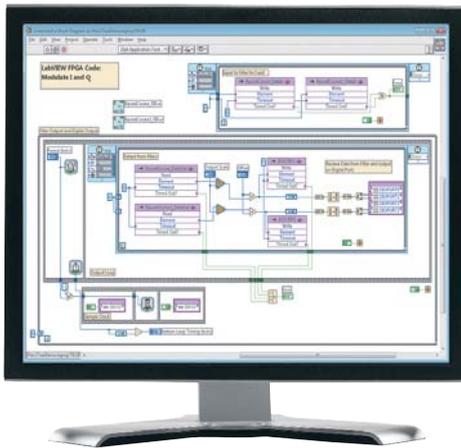
Представленные в таблице модули производства компаний-партнеров National Instruments могут использоваться со всеми типами шасси CompactRIO.

Назначение	Модуль	Особенности
ZigBee	ZigBee 10	Режимы работы C, E*, спящий режим, радиус действия 30 м, прямая видимость 100 м, скорость передачи данных 250 Кб/с, полоса частот до 2.4 ГГц, Тип сети small, Выходная мощность 1 мВ, Диапазон рабочих температур от -40 до 85 С°
	ZigBee 100	Режимы работы C, E, спящий режим, радиус действия 100 м, прямая видимость 1500 м, скорость передачи данных 250 Кб/с, полоса частот до 2.4 ГГц, Тип сети small, Выходная мощность 10 мВ, Внешнее питание 12 В. Диапазон рабочих температур от -40 до 85 С°
	ZigBee 20	Режим работы C, R, E*, спящий режим, радиус действия 40 м, прямая видимость 120 м, скорость передачи данных 250 Кб/с, полоса частот до 2.4 ГГц, Тип сети meshed, Выходная мощность 2 мВ, Диапазон рабочих температур от -40 до 85 С°
	ZigBee 200	Режим работы C, E, спящий режим, радиус действия 100 м, прямая видимость 1600 м, скорость передачи данных 250 Кб/с, полоса частот до 2.4 ГГц, Тип сети meshed, Выходная мощность 50/10 мВ, Внешнее питание 12 В. Диапазон рабочих температур от -40 до 85 С°
	ZigBee 1000	Режим работы C, E, спящий режим, радиус действия 270 м, прямая видимость 24000 м, скорость передачи данных 10 Кб/с, полоса частот до 0.9 ГГц, Тип сети large, Выходная мощность 100 мВ, Внешнее питание 12 В. Диапазон рабочих температур от -40 до 85 С°
LIN	LIN	Количество портов 2, цифровой режим работы, версия LIN – 2.0, Спящий режим, Рабочий диапазон температур от -40 до 60 С°, Рабочее напряжение 5В
	LINa	Количество портов 2, аналоговый режим работы, цифровой режим работы, версия LIN 2.0, Спящий режим, Рабочий диапазон температур от -40 до 60 С°, Рабочее напряжение 5В
xLAN	xLAN	Количество Ethernet портов 3, Режим LAN, Спящий режим, Тип Ethernet соединения - мостовой, Диапазон рабочих частот 2.412 – 2.484 ГГц, радиус действия до 100 м, Рабочее напряжение 5В, Потребление тока 290 мА
GSM, GPS, GPSIB	Gxxx Combo Module	GSM: Число частотных диапазонов - 4, частоты: 850, 900, 1800, 1900 МГц, Поддержка GSM, EDGE Class 12, Устройство считывания SIM карт, механизм блокирования SIM карты, SIM Locking Plate (по выбору) GPS: Частота следования данных в пакете 4 Гц, Разъем синхронизации, Конфигурирование выходных импульсов. Рабочее напряжение (внешнее питание) 7-30 В, Рабочий диапазон температур от -30 до 65 С°
	GSM	Число частотных диапазонов - 4, частоты 850, 900, 1800, 1900 МГц, Поддержка GSM, EDGE Class 12, Устройство считывания SIM карт, механизм блокирования SIM карты, SIM Locking Plate (по выбору), Рабочее напряжение(внешнее питание) 7-30 В, Рабочий диапазон температур от -30 до 65 С°
	GPS	Частота следования данных в пакете 4 Гц, Разъем синхронизации, Конфигурирование выходных импульсов, Рабочее напряжение(внешнее питание) 7-30 В, Рабочий диапазон температур от -40 до 80 С°
	GPSIB	Частота следования данных в пакете 4 Гц, Разъем синхронизации, Конфигурирование выходных импульсов, опция IIRIG-B, Рабочее напряжение(внешнее питание) 7-30 В, Рабочий диапазон температур от -40 до 80 С°
Интерфейсы ARINC-429, MIL-STD-1553B**	cRIO-A429-4Rx	Скорость 11-101 Кб/с, + 10 В, Фильтры (по ярлыку), SDI, SSM), Изоляция - 500 В, Терминалы под винт, D-Sub
	cRIO-A429-4Tx	Скорость 11-101 Кб/с + 10 В, буфер 1 кСлов, Изоляция - 500 В, Терминалы под винт, D-Sub
	cRIO-M1553	Режимы работы - Bus Controlled, Remote Terminal, Bus Monitor, Подключение – прямое или через трансформатор, Буфер - 14 кбит, изоляция – 500 В, Терминалы под винт, D-Sub

\*С - координатор, R – роутер, E – оконечное устройство

\*\*Модули компании AviaOk

1

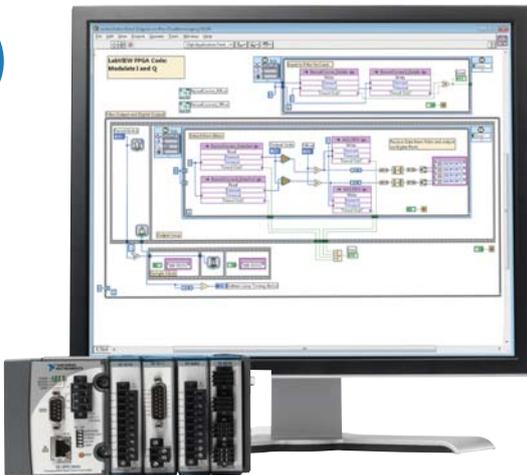


## ■ Разработка в LabVIEW

- Программирование контроллера реального времени в LabVIEW Real-Time
- Программирование ПЛИС в LabVIEW FPGA
- Создание интерфейса пользователя в среде LabVIEW



2



## ■ Отладка прототипа системы

- Загрузка приложения LabVIEW на CompactRIO через Ethernet
- Отладка приложения в интерактивном режиме



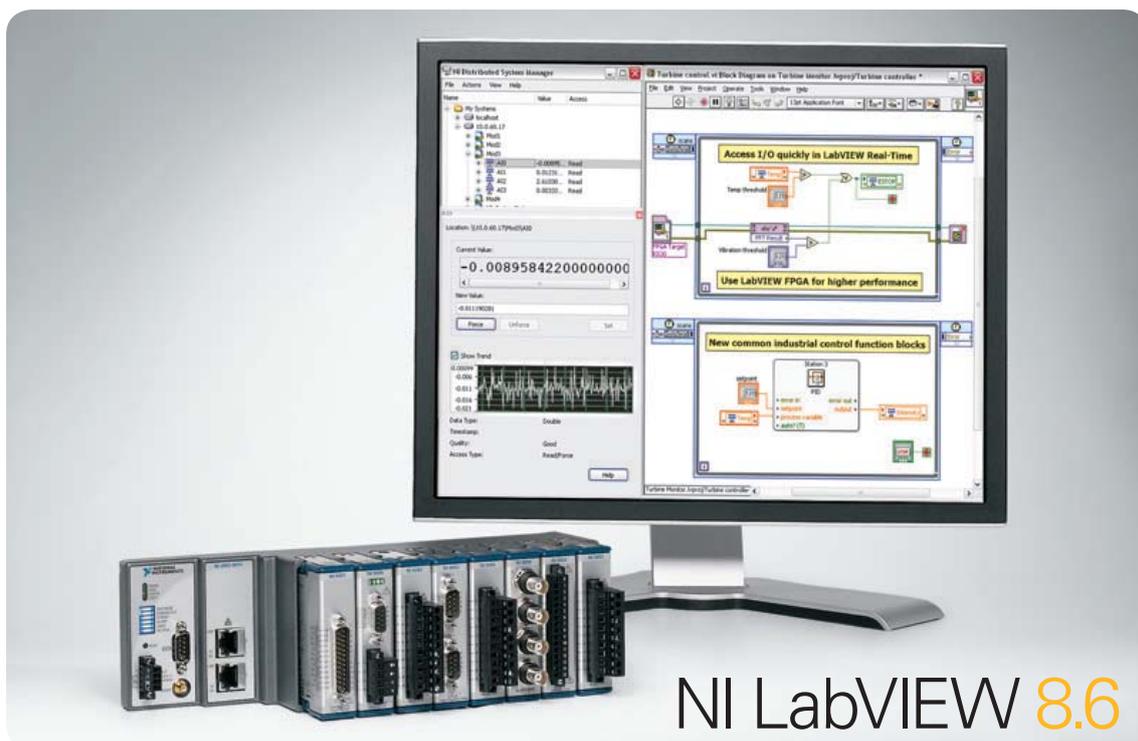
3



## ■ Внедрение

- В качестве автономной системы
- Или под управлением удаленного промышленного сенсорного ПК (HMI - интерфейс)

Платформа CompactRIO имеет встроенный Web-сервер для автоматической загрузки лицевой панели пользовательского интерфейса встраиваемой системы

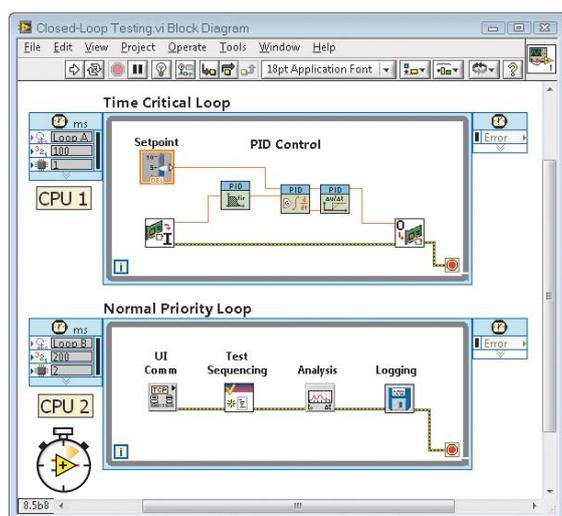


## LabVIEW

Программное обеспечение LabVIEW позволяет провести весь цикл разработки проекта в одной среде графического программирования при помощи специализированных программных модулей: LabVIEW Real-Time и LabVIEW FPGA, а также легко создать удобный пользовательский интерфейс для управления платформой с удаленного ПК. Программирование контроллера реального времени ведется в LabVIEW Real-Time, а ПЛИС, входящая в состав шасси конфигурируется при помощи LabVIEW FPGA.

## LabVIEW Real-Time

LabVIEW Real-Time предназначен для программирования контроллеров реального времени CompactRIO.



- Создание детерминированных систем управления и сбора данных
- Определение приоритетов задач для их детерминированного выполнения
- Тесная интеграция с приложениями в LabVIEW FPGA
- Выполнение программ LabVIEW под управлением двух ОС реального времени: Venturcom Phar Lap Embedded Tool Suite (ETS), а также VxWorks
- Минимизация джиттера при исполнении программ в LabVIEW до нескольких микросекунд
- Возможность использования рабочего C/C++ кода для экономии времени при создании прикладных программ

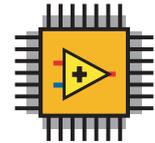
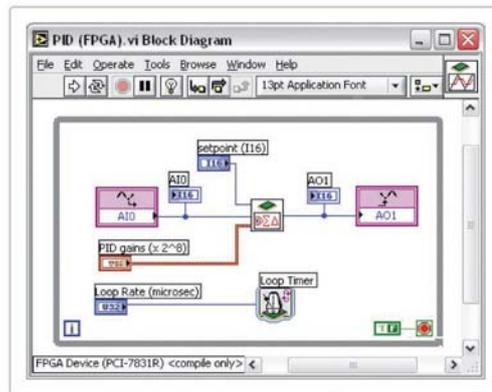
Поведение детерминированных систем предсказуемо. Это важно в приложениях, где используются регуляторы и автоматизированное управление. Системы реального времени могут гарантировать, что вычисления будут закончены в отведенное время на протяжении всей работы.

Применение систем управления и измерения на базе ОС Windows не может гарантировать выполнение некоторых операций в течение определенного времени, а также своевременный отклик системы на внешнее воздействие. Задержки, вносимые ОС Windows обычно составляют десятки миллисекунд.

## LabVIEW FPGA

Программный модуль LabVIEW FPGA позволяет создавать программы для внедрения на аппаратную платформу ПЛИС с синхронными и асинхронными параллельными циклами, выполняющимися на аппаратном уровне и обеспечивающими детерминированный во времени сбор и анализ данных:

- Создание как простых ВП, так и масштабных систем, включающих несколько ПЛИС, контроллеров реального времени и компьютеров с ОС Windows
- Встроенный компилятор Xilinx
- Более 100 готовых функциональных блоков для снижения затрат на разработку
- Простые в использовании функции аналогового и цифрового ввода/вывода
- Дополнительный набор функций математической обработки и анализа сигналов
- Простое создание интерактивных лицевых панелей для тестирования работы программ LabVIEW на ПЛИС
- Встроенные буферы FIFO
- DMA-буфер для обмена данными между ПЛИС и контроллером реального времени в режиме прямого доступа к памяти
- Простые в использовании встроенные функции чтения/записи в память и буферы FIFO
- Встроенные функции прерываний для синхронизации ПЛИС и контроллера



## Новые возможности LabVIEW 8.6 для программирования CompactRIO

### Поведенческое моделирование ПЛИС

- Симуляция ввода/вывода – в LabVIEW 8.6 вы уже имеете готовые ВП для подачи тестовых векторов данных на входные линии, а также сканирования выходных линий ПЛИС
- Одновременный запуск удаленного компьютера и ПЛИС для моделирования

### Готовые функциональные блоки для ПЛИС

- Быстрое преобразование Фурье
- Оконные функции
- Автоподстройка частоты дискретизации на частоту входного сигнала
- Функции деления и взятия квадратного корня в LabVIEW, работающие теперь и на ПЛИС

### Операции с плавающей запятой

- Повсеместная поддержка числовых операций с фиксированной запятой

### CLIP

- Функциональные блоки реализованные на языках HDL теперь можно интегрировать в проекты LabVIEW при помощи CLIP блоков, а также подключать напрямую к линиям ввода/вывода ПЛИС

### Adaptive Filter Toolkit

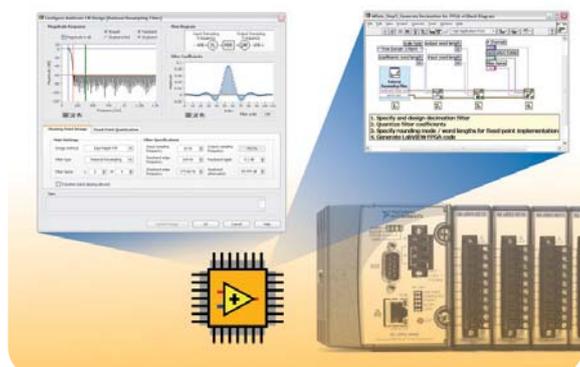
- Мощный инструмент для реализации адаптивных фильтров на ПЛИС

### Новые целевые платформы

- FlexRIO
- Single-Board RIO
- Поддержка плат R-серии на базе ПЛИС Virtex 5

## Digital Filter Design Toolkit

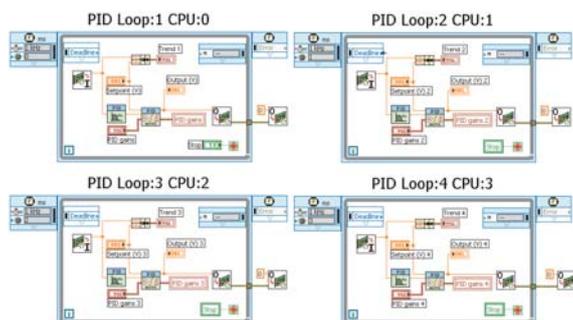
Digital Filter Design Toolkit – мощный инструмент, позволяющий рассчитывать, проводить анализ и реализовывать на аппаратном уровне цифровые фильтры в среде NI LabVIEW.



- Интерактивный расчет, анализ и реализация цифровых КИХ/БИХ-фильтров
- Более 30 типов фильтров на базе более чем 25 классических и современных алгоритмов и 23 готовых топологий
- Многоступенчатые КИХ-фильтры
- Вычисление и реализация цифровых фильтров с фиксированной точкой
- Анализ проектов: построение АЧХ, анализ нулей передаточной функции
- Более 75 готовых примеров

## PID Control Toolkit

LabVIEW PID Control Toolkit – представляет собой мощный инструмент, позволяющий внедрять в проектируемые системы сложные алгоритмы управления. Комбинация средств управления в PID Control Toolkit с математическими и логическими функциями в NI LabVIEW Real-Time позволяет легко создавать системы автоматизированного контроля с детерминированным исполнением операций во времени.



- Графическая реализация алгоритмов управления
- П, PI, PD и ПИД-алгоритмы регулирования
- Режим автоподстройки для увеличения эффективности ПИД-регулирования
- Средства разработки нечеткой логики для создания систем управления сложными объектами
- Встроенный разработчик алгоритмов нечеткой логики

## NI Soft Motion

NI Soft Motion Development Module предназначен для реализации собственных алгоритмов движения, а также достижения оптимальной производительности проектируемых машин.

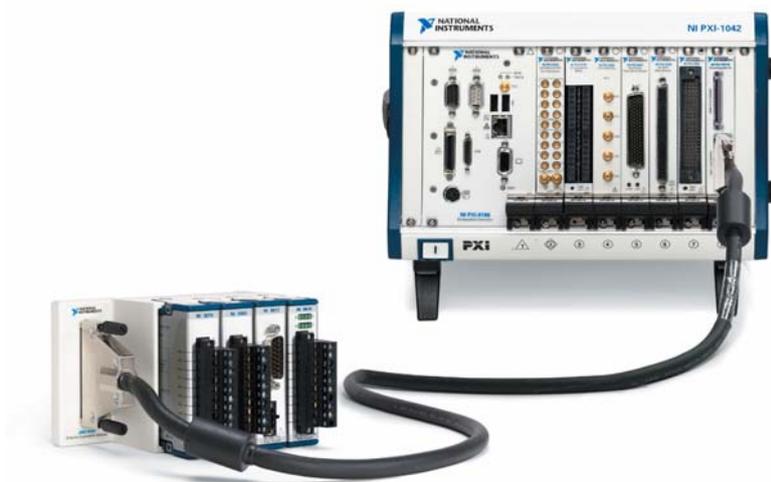


- Программная разработка пользовательских систем управления движением
- Содержит готовые функции LabVIEW, LabVIEW Real-Time, LabVIEW FPGA: формирование траекторий, интерполяция сплайнами, позиционирование, управление скоростью, реализация программного кода на ПЛИС
- Содержит встроенные примеры готовых приложений для различных платформ: перемещение по одной оси, координированное перемещение по нескольким осям, перемещение по заданному контуру

### IPNet

NI LabVIEW FPGA IPNet является обширным ресурсом для поиска, выбора и загрузки готовых примеров, а также подходящих функций или готовых программных блоков для разработки встраиваемых систем в LabVIEW FPGA.

[ni.com/ipnet](http://ni.com/ipnet)



### Шасси расширения CompactRIO для плат R серии

В таком варианте, шасси расширения CompactRIO подключается к цифровым линиям интеллектуальных плат PCI или PXI R-серии с встроенной ПЛИС. Таким образом шасси заменяет цифровой интерфейс платы R-серии высокопроизводительной системой ввода/вывода. Платы R-серии можно установить на любой ПК или платформу PXI под управлением ОС Windows или ОС реального времени.

- 4 слота для подключения любого модуля ввода/вывода CompactRIO
- Встроенное согласование сигналов, изоляция и возможность подключения модулей R-серии
- Подключение к любому цифровому разъему всех плат NI 78xxR R-серии



### Шасси CompactRIO с высокоскоростным StarFabric-интерфейсом

В таком варианте быстродействующий контроллер интерфейса cRIO-9052 заменяет контроллер реального времени CompactRIO, обеспечивая высокоскоростное соединение шасси на базе NI cRIO-910x с ноутбуком, платформой PXI или ПК.

- Высокоскоростной интерфейс StarFabric (PCI-PCI) для подключения реконфигурируемого шасси CompactRIO
- Высокая пропускная способность для многоканальных систем на базе CompactRIO
- Два входа питания от 9 до 35 В постоянного тока
- Скорость передачи данных до 50 МБ/с для любого шасси NI cRIO-910x
- Кабельное соединение длиной до 14 м
- Низкое энергопотребление
- Диапазон рабочих температур от -40 до 70 °C



Встраиваемые платформы управления и сбора данных NI Single-Board RIO реализованы на трех компонентах, составляющих базовую архитектуру систем NI CompactRIO (процессор, программируемая логическая матрица (ПЛИС) и каналы ввода-вывода) на одной печатной плате. Такая интеграция снижает стоимость готовых систем, одновременно позволяя воспользоваться преимуществами проверенной архитектуры реконфигурируемого ввода-вывода (RIO).

- Высоконадежная встраиваемая платформа для автономного или сетевого функционирования
- Встроенный промышленный процессор, реконфигурируемая ПЛИС, а также линии аналогового и цифрового ввода/вывода на одной печатной плате
- Программирование в среде LabVIEW FPGA, для создания пользовательских систем управления
- Большое число разъемов для простой интеграции в многоканальные системы, а также в системы, находящиеся в эксплуатации
- Рабочий диапазон температур от -20 до 55 °C
- Порты Ethernet 10/100 BaseT, а также последовательный RS-232 интерфейс
- Программы, созданные для CompactRIO могут быть без изменений перенесены на платформу Single-Board RIO

Наименование	Тактовая частота процессора (МГц)	Динамическое ОЗУ	Энергонезависимая память	Количество логических вентилей в ПЛИС	Цифровые линии ввода/вывода 3.3 В	Каналы аналогового ввода (NI 9205)	Каналы аналогового вывода (NI 9263)	Цифровые линии ввода/вывода 24 В (NI 9425, NI 9476)	Слоты для подключения модулей C-серии	Размер
sbRIO-9601	266	64 МБ	128 МБ	1 млн.	110	0	0	0	3	8.2x3.7
sbRIO-9602	400	128 МБ	256 МБ	2 млн.	110	0	0	0	3	8.2x3.7
sbRIO-9611	266	64 МБ	128 МБ	1 млн.	110	32	0	0	3	8.2x5.6
sbRIO-9612	400	128 МБ	256 МБ	2 млн.	110	32	0	0	3	8.2x5.6
sbRIO-9631	266	64 МБ	128 МБ	1 млн.	110	32	4	0	3	8.2x5.6
sbRIO-9632	400	128 МБ	256 МБ	2 млн.	110	32	4	0	3	8.2x5.6
sbRIO-9641	266	64 МБ	128 МБ	1 млн.	110	32	4	32/32	3	8.2x5.6
sbRIO-9642	400	128 МБ	256 МБ	2 млн.	110	32	4	32/32	3	8.2x5.6

### Модули Single-Board RIO

Модули C-серии могут напрямую подключаться к цепям ввода/вывода реконфигурируемой ПЛИС Single-Board RIO, позволяя создавать высокопроизводительные встраиваемые системы. NI Single-Board RIO обеспечивает возможность прямого аппаратного доступа к цепям ввода/вывода каждого модуля с использованием основных функций ввода/вывода в NI LabVIEW.





NI EtherCAT представляет собой шасси расширения для платформ CompactRIO, PXI и предназначено для создания распределенных детерминированных систем управления и сбора данных.

- Встроенный процессор ARM-7 для организации прямого доступа к физической памяти контроллера EtherCAT, для загрузки ПЛИС, а также выдачи статусных сообщений и информации об ошибках
- Увеличение числа каналов ввода/вывода для платформ CompactRIO C-серии
- Возможность подключения до 8 модулей C-серии
- Детерминированное Ethernet соединение для объединения в сеть шасси-мастера и ведомых шасси
- Джиттер при передаче данных порядка нескольких микросекунд
- Одновременная поддержка детерминированных и стандартных локальных сетей
- Встроенный микроконтроллер или ПЛИС, для управления и синхронизации линий ввода/вывода подключаемых модулей
- Удобное включение в проект и программная настройка EtherCAT при создании распределенных систем с большим числом узлов ввода/вывода
- Платформы CompactRIO, PXI, сенсорные ПК в качестве мастера для распределенных систем EtherCAT



Шасси EtherCAT позволяет значительно увеличить число каналов ввода/вывода, а также производительность измерений в распределенных системах за счет точно синхронизированной во времени передачи данных измерения через протокол EtherCAT. Джиттер, возникающий при передаче данных через EtherCAT лежит в пределах 15-20 нс.

## Панельные компьютеры с сенсорным управлением для CompactRIO

Компания National Instruments предлагает панельные компьютеры NI TPC - 2006 и NI TPC – 2012, для удаленного управления платформами CompactRIO при помощи человеко-машинного (HMI) интерфейса, запуска приложений под управлением LabVIEW Real-Time в промышленных распределенных системах.



### NI TPC-2012 – 12-дюймовый панельный компьютер с Windows CE

- Экран
  - Резистивный сенсорный дисплей
  - 12.1 дюйм SVGA TFT 800x600
- Процессор
  - AMD GX3 LX800, 500 МГц
- Память
  - 256 МБ DDR SDRAM
  - 128 МБ на CompactFlash
- Коммуникационные порты
  - 2xUSB 2.0
  - 1xEthernet (10/100 Мбит/с)
  - 3xRS232/485
- Клавиатура/мышь
- Передняя панель стандарта NEMA4/IP65
- Windows CE.NET 5.0, установленная на CompactFlash
- Модуль LabVIEW Touch Panel с лицензией установки на один панельный компьютер

### NI TPC-2006, TPC-2106/2106T – 6-дюймовые панельные компьютеры

- Экран
  - Резистивный сенсорный дисплей
  - 5.7 дюйма STN LCD 320x240 для NI TPC – 2006/2106
  - 5.6 дюйма TFT LCD 320x240 для NI TPC – 2106T
- Процессор
  - Intel ARM9 266 МГц – NI TPC-2006
  - XScale 416 МГц – NI TPC-2106/2106T
- Память
  - 64 МБ SDRAM
  - 64 МБ на Flash – карте
  - Слот для карт CompactFlash
- Коммуникационные порты
  - 2xRS-232, 1xRS-485
  - 1xUSB 1.0 – NI TPC – 2106/2106T
  - 2xUSB 1.0 (1 host, 1 client) – TPC - 2006
  - 1xEthernet (10/100 Мбит/с)
- Передняя панель стандарта NEMA4/IP65
- Windows CE.NET 4.2 (TPC 2006), Windows CE.NET 5 (TPC 2106/2106T)



Панельные компьютеры с ОС Windows CE являются целевыми платформами для приложений, создаваемых в LabVIEW Touch Panel Module. Они позволяют взаимодействовать с промышленными контроллерами автоматизации, работающими под управлением LabVIEW Real-Time при помощи переменных общего доступа, а также с контроллерами сторонних производителей через протокол ModBus. На базе таких ПК можно создавать промышленные системы мониторинга, контроля, удаленного управления и удобные операторские станции при работе с ПЛК, ПКА.

На основе CompactRIO могут быть созданы встраиваемые системы для таких задач как портативный сбор данных, шумовой и виброакустический анализ, управление оборудованием.



## Мониторинг состояния оборудования

- Мониторинг состояния промышленного оборудования (турбины, двигатели, станки, вращающиеся механизмы)– анализ износа, контроль охлаждения, наличия смазки, отсутствия возгорания и т. д.
- Мобильные/портативные системы шумового и виброакустического анализа – анализ шумов, вибраций, динамический анализ сигналов
- Распределенный сбор данных – центральный контроллер с распределенными узлами ввода/вывода, подключенными по проводным и беспроводным сетям



## Портативные системы сбора данных

- Мобильные системы для проведения комплексных испытаний на ходу различных транспортных средств: самолетов, поездов, автомобилей, мотоциклов, и т. д.
- Портативные системы сбора и анализа информации для применения в мобильных лабораториях и измерительных станциях



## Распределенные системы сбора данных

- Распределенный мониторинг, диагностика и управление технологическими процессами. Системы сбора данных объединены в проводные и беспроводные сети
- Распределенные системы, синхронизованные при помощи GPS



## Управление оборудованием

- Сборка/обработка – высокоскоростное управление перемещениями
- Системы управления комплексным оборудованием – обработка сигналов в реальном времени, управление силовой электроникой, гидравлическими системами, приводами
- Полупроводниковая и биомедицинская отрасли – специфичное управление перемещениями и обработка изображений, контроль подачи сырья

Распределенная, беспроводная система экологического мониторинга окружающей среды на базе LabVIEW и CompactRIO была внедрена на территории дождевых лесов Коста Рики. Система обладает возможностями удаленного конфигурирования, функционального расширения и позволяет специалистам по всему миру следить за динамически меняющимися параметрами через интернет. К измеряемым параметрам относятся: температура, влажность, уровень CO<sub>2</sub>, скорость и направление ветра, тепловые потоки, солнечная радиация и фотосинтетически активная радиация ФАР.



## Коннекторные блоки

Компания National Instruments предлагает использовать специализированные коннекторные сборки, позволяющие снять нагрузку с кабеля при его натяжении, а также защитить пользователя от контакта с высоким напряжением благодаря надежной изоляции высоковольтных сигнальных проводов.



- Интегрированные коннекторные блоки с D-SUB, зажимными и терминалами под винт
- Зажимные колодки для модулей ввода/вывода и подключения питания
- Коннекторные блоки под заказ

## Кабели

Компания National Instruments предлагает широкий набор соединительных кабелей для подключения измерительных модулей, и соединения системы CompactRIO с периферийными устройствами.



- Кабели ввода/вывода для подключения модулей C-серии
- 37 или 25-контактные кабели D-SUB
- Кабели RS-232 для подключения периферийных устройств к контроллерам CompactRIO
- Кабели CAT 5 (длиной 1, 5 или 10 м)

Посетите страничку [ni.com/compactrio](http://ni.com/compactrio) для получения более подробной информации по аксессуарам для CompactRIO и их доступности.

## Источники питания

Компания National Instruments предлагает широкий спектр промышленных источников питания, соответствующих стандарту UL. Источники специально разработаны для применения в платформах CompactRIO.



- PS-5 – 24 В постоянного тока, мощность - 120 Вт (90-264 В пер. тока - входное сетевое напряжение) монтируется на DIN - рейку
- PS-4 – 24 В постоянного тока, мощность - 15 Вт (90-264 В пер. тока - входное сетевое напряжение) монтируется на DIN - рейку
- PS-1 – 20 В постоянного тока, мощность - 16 Вт (120 В пер. тока - входное сетевое напряжение)
- PS-2 – 24 В постоянного тока, мощность - 19 Вт (100-240 В пер. тока - входное сетевое напряжение)
- PS-3 – 13.8 В постоянного тока, мощность - 55 Вт (90-264 В пер. тока - входное сетевое напряжение)

## Создание системы управления двигателем мотоцикла Yamaha YZF-R6

**Предприятие:** Drivven, Inc.

**Задача:** Необходимо разработать надежную систему контроля мотоциклетного двигателя на базе ПЛИС.

**Решение:** Использовать NI LabVIEW Real Time и CompactRIO для проектирования системы управления двигателем мотоцикла Yamaha YZF-R6. Для управления двигателем необходимо формировать циклы длительностью порядка нескольких миллисекунд, а также обеспечивать точность установки зажигания и подачи топлива в микросекундном интервале. Кроме того, из-за высокой скорости вращения двигателя, длительность оборота коленвала составляет всего 4 мс, так что система должна контролировать зажигание и подачу топлива с максимальной точностью.

Разработка системы включила в себя три основных этапа проектирования:

### Этап 1. Разработка пользовательских модулей

Drivven разработал три пользовательских модуля для CompactRIO.

Первый модуль (A/D Combo Module) предназначен для обработки сигналов с датчиков. A/D Combo Module имеет:

- 22 несимметричных 12-разрядных аналоговых входа
- 2 входа для подключения электромагнитных датчиков
- 2 входа для подключения датчиков Холла
- Аналоговые ФНЧ
- Защиту входных каналов по напряжению

Второй модуль имеет четыре канала и предназначен

для управления низкоимпедансными топливными инжекторами, а также четырьмя коммутаторами, предназначенными для управления соленоидами. Третий модуль имеет восемь каналов для управления катушками зажигания.

### Этап 2. Разработка системы регистрации данных на базе cRIO

Предназначена для регистрации сигналов с датчиков и сохранения в файловую систему cRIO. Регистрируемые данные:

- Давление и температура всасываемого воздуха
- Барометрическое давление
- Температура охлаждающей жидкости
- Угол поворота дроссельной заслонки
- Положение кривошипа и кулачкового механизма
- Длительность импульса подачи топлива
- Опережение зажигания.

Двигатель был протестирован в самых разнообразных режимах при различных положениях дроссельной заслонки и разной скорости двигателя (примерно 700 рабочих точек).

### Этап 3. Создание полнофункциональной системы контроля двигателя на базе cRIO

На данном этапе разработана система контроля двигателя на базе CompactRIO, которая позволила реализовать комбинацию двух наиболее широко используемых алгоритмов для контроля количества впрыскиваемого топлива: скоростно-плоскостной (speed-density) и alpha N. Как показал сравнительный анализ полученных данных, система управления двигателем, спроектированная на базе cRIO показала схожие качественные характеристики с заводским вариантом, а также оказалась гораздо дешевле. Платформа CompactRIO в сочетании с ПО LabVIEW Real-Time обеспечили механическую надежность и детерминированную во времени работу системы в условиях повышенной температуры и сильной вибрации.



## Система Nexans Spider Dredging System для выравнивания морского дна в процессе прокладки газопровода

**Предприятие:** Nexans

**Задача:** Разработать систему для выравнивания морского дна в процессе прокладки газопровода от месторождения Ormen Lange до перерабатывающего завода на Норвежском побережье Северного моря.

**Решение:** Использовать NI LabVIEW и CompactRIO для управления гидравлическими системами аппарата Nexans Spider, предназначенного для выравнивания и расчистки грунта на месте прокладки трубопровода.

Морское дно в районе газового месторождения очень неровное. Трубы должны были быть проложены через гористую подводную местность таким образом, чтобы в процессе транспортировки газа ни один из их участков не мог быть поврежден. Компания Nexans разработала подводный экскаватор Spider с удаленным управлением для подготовки морского дна при прокладке трубопровода в глубоководных местах и каменистых подводных территориях.

Управление Spider'ом осуществляется с использованием нового программного обеспечения, сенсоров на всех движущихся частях машины и, расположенной на океанском дне, сети акустических передатчиков. Трехмерная картина морского дна обновляет-

ся в реальном времени с использованием человеко-машинного интерфейса, созданного в NI LabVIEW. Кроме этого, подводное судно, управляемое дистанционно и оснащенное эхолотом, ведет ежедневное детальное обследование местности. Управление Spider'ом может проводиться с точностью до 10-20 сантиметров, даже на 1000 метровой глубине.

Программное обеспечение, написанное в NI LabVIEW, используется для мониторинга дна и удаленного управления Spider'ом из специальной диспетчерской комнаты, расположенной на борту корабля. Видео в реальном времени транслируется с различных камер, монтированных на Spider'е. Процесс подготовки грунта отображается на 3D элементе управления ActiveX. На дисплее отображается 3D-модель морского дна и реальное положение машины, вычисленное на основе данных с сенсоров, находящихся на Spider'е. Машина и ее ковш управляются посредством обыкновенного джойстика. LabVIEW считывает команды с джойстика и посылает управляющие сигналы по волоконному кабелю на Spider, даже на глубину в 1000 метров.

Три распределенные системы управления и сбора данных NI CompactRIO, упакованные в контейнеры IP62, в течении долгого времени находятся в условиях суровой морской среды на борту кораблей в Северном море и работают при больших перепадах температур, соленом морском воздухе и высокой влажности. Они осуществляют операции по компенсации вертикальной качки, управлению лебедкой и питанием, а так же взаимодействуют с главным приложением. Все алгоритмы выполняются в реальном времени на CompactRIO.



## Разработка многофункциональных индикаторов для отображения летных параметров

**Предприятие:** ЗАО Руссна, Россия

**Задача:** Разработка виртуальной панели приборов для отображения летных параметров в кабине летчиков (тренажеров), а также сбор летной информации в процессе полета

**Решение:** Использовать платформу CompactRIO совместно с программным обеспечением LabVIEW для сбора летных параметров во время реального полета по интерфейсу ARINC, а также реализации удобного сенсорного интерфейса и графического отображения летных параметров в кабине пилота.

**Отображаемые параметры полета:**

- Крен
- Тангаж
- Вертикальная скорость

- Высота
- Текущее положение ручки управления
- Авиагоризонт
- Положение педалей

Применение среды графического программирования LabVIEW совместно с измерительной платформой CompactRIO позволило в кратчайшие сроки реализовать индикаторные панели с удобным пользовательским интерфейсом и наглядным отображением основных летных параметров внутри кабины пилота. Внешний вид панелей может быть легко изменен по желанию летного состава.



## Интеллектуальная система защиты бортовой сети самолета

**Предприятие:** ЗАО Руссна

**Задача:** Необходимо разработать интеллектуальную систему защиты бортовой сети самолета от перегрузки в процессе летных испытаний с использованием нештатных мощных потребителей

**Решение:** Использовать многофункциональную платформу CompactRIO совместно с программным обеспечением LabVIEW. Разработанная система обеспечивает мониторинг нагрузки на бортовую сеть самолета и выдачу динамически меняющегося прогноза по необходимости отключения нагрузки от бортовой сети. Имея в своем распоряжении прогноз по автоматическому отключению, оператор может менять режимы работы, удерживая баланс функциональности потребителя и забираемой мощности.



### Комплекс для управления и контроля ходом испытаний гидроприводов СИВК-2Л

**Предприятие:** ЗАО "БЕТА ИР", г. Таганрог

**Задача:** Полная автоматизация испытательного стенда для испытания гидроприводов, включающая:

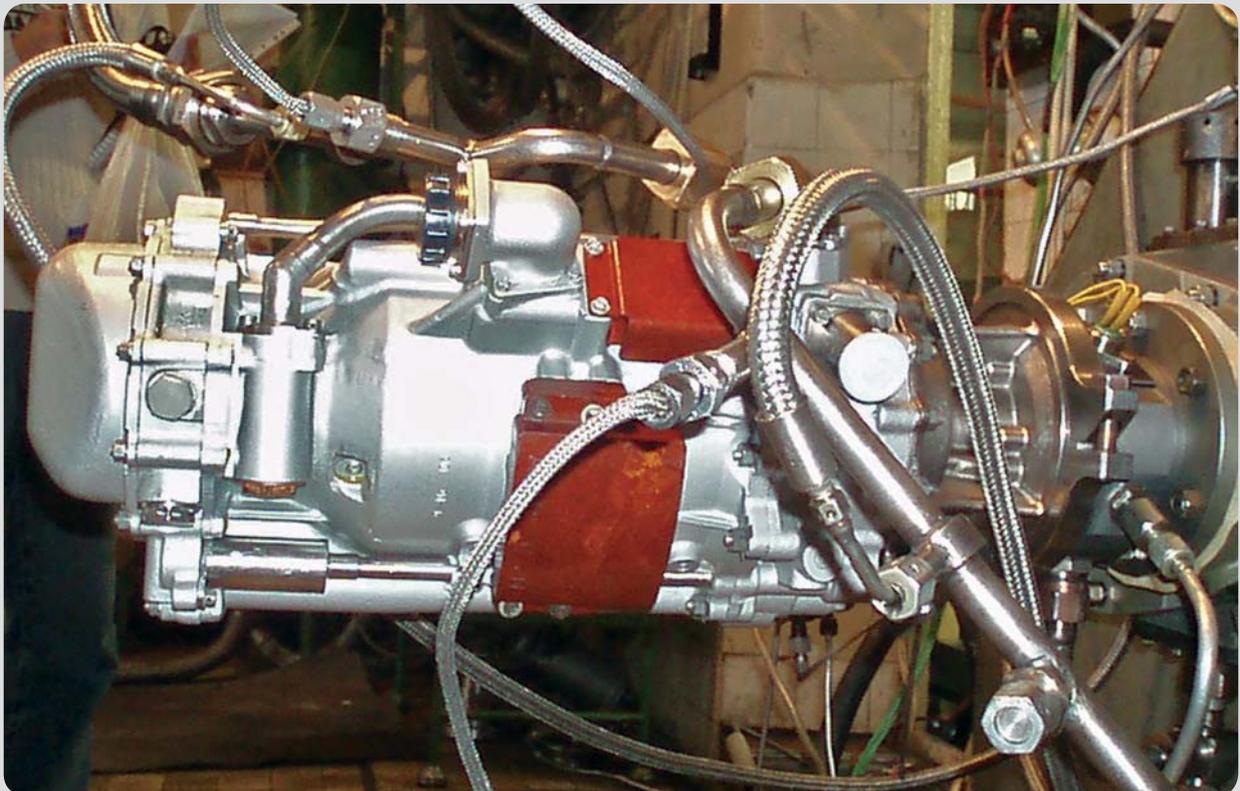
- Обеспечение проведения промывочных (30 мин.), обкаточных (160 мин.), приемо-сдаточных, периодических и ресурсных испытаний (от 4 до 500 ч) гидроприводов
- Управление: оборотами двигателя, нагревом рабочей жидкости, коммутацией нагрузок (до 16 кВт)
- Контроль параметров стенда: давление (8 каналов), температура (8 каналов), расход жидкости (4 канала), Переменное напряжение и ток (9 каналов)
- Возможность аварийной остановки двигателя и включение блокировок при выходе любого из параметров за границы заданных диапазонов
- Проведение испытаний в автоматическом режиме, без участия оператора
- Запись измеряемых величин в заданные интервалы времени с генерацией отчетов об испытаниях

**Решение:** Разработан комплекс СИВК-2Л, построенный на платформе NI CompactRIO. Реализована автономная система управления и сбора данных, обеспечивающая синхронное измерение различных параметров стенда, регистрацию данных, контроль выхода значений из допустимых диапазонов, задание режимов и аварийную защиту.

#### Архитектура системы

Ядро системы управления - контроллеры реального времени NI cRIO-9004. Контроллеры управляют работой измерительных модулей ввода вывода cRIO-9215, cRIO-9263, cRIO-9211, собирающих информацию с датчиков давления (8 шт., сигнал: 0-20мА), датчиков тока (3 шт., сигнал: напряжение  $\pm 10$  В, 400 Гц), датчиков оборотов двигателя (2шт., сигнал: частота 10-2500 Гц), датчиков расхода жидкости (4 шт., сигнал: частота 10-1000 Гц.), термопар типа ХК (8 шт.), переменных напряжений 400 Гц (3 канала), переменных напряжений 800 Гц (3 канала), а также выходных модулей cRIO-9263 для управления двигателем (выход 0-10В.), cRIO-9481 для управления работой нагревателя (2 канала), нагрузками (5 каналов), блокировка (2 канала).

Каждый из контроллеров в реальном масштабе времени оценивает входные сигналы и сравнивает их с таблицей допусков, при недопустимых значениях выработывает сигнал ошибки и сигнализирует другим контроллерам о необходимости прекратить испытание. Контроллеры отключают нагрузки, останавливают двигатель, включают блокировки и сирену.



## Распределенная автоматизированная система испытаний механического ресурса изделий в авиационной промышленности

**Предприятие:** ООО "ВиТэК" г. Санкт-Петербург

**Задача:** Создание распределенной тензоизмерительной системы для выполнения периодических испытаний серийно производимых узлов самолетов и вертолетов. Измерения тензосигналов должны проводиться с вращающихся узлов. Система должна непрерывно производить расчеты по нескольким каналам напряжения сжатия/растяжения и изгиба, контролировать с отображением на экране выход параметров за допуск, осуществлять запись результатов в базу данных, формировать отчеты. Длительность непрерывной работы комплекса в ходе испытаний - до 3х месяцев.

**Решение:** В качестве платформы использовано оборудование и программное обеспечение National Instruments:

- Шасси cRIO-9101
- Модуль ввода дискретных цифровых сигналов cRIO-9411
- Модуль вывода аналоговых сигналов cRIO-9263
- Контроллер cRIO-9004
- Модуль вывода дискретных цифровых команд cRIO-9472

- Тензоизмерительный модуль cRIO-9237
- Среда разработки NI LabVIEW с библиотеками LabVIEW Real-Time, LabVIEW FPGA, Report Generation Toolkit для Microsoft Office, Microsoft Visual C#.NET 1.1

Применение таких программных и аппаратных средств позволило в кратчайшие сроки разработать распределенную систему измерений с эргономичным пользовательским интерфейсом. Новейшие тензоизмерительные модули NI cRIO обеспечивают высокую точность измерений. Компактный размер и промышленное исполнение NI cRIO позволяют разместить измерительные узлы непосредственно на вращающейся части. Передача сигналов на стационарную платформу осуществляется по беспроводному интерфейсу.

За счет использования LabVIEW Real-Time удалось выделить измерительную и управляющую части в полностью автономную подсистему, работающую без монитора и клавиатуры, конструктивно оформленную в виде небольшого электромеханического шкафа. При этом подсистема верхнего уровня используется, в основном, для отображения и накопления результатов испытания, а также формирования отчетов. Кроме измерительных целей система обеспечивает возможности аналогового и дискретного управления частотой вращения привода стэнда. Панельный компьютер обеспечивает интерфейс оператора непосредственно в цеху. Система внесена в Государственный реестр средств измерений как испытательный стенд для продукции военного назначения.



### Регистрация веса в системе учета сыпучих материалов

**Предприятие:** ООО “ВиТэК” г. Санкт–Петербург

**Задача:** Создать автоматизированную систему контроля позиционирования идентификации бункера, регистрации времени и веса тележки в процессе заправки шихты в вагранки плавильно–формовочного отделения на добывающем предприятии с индикацией текущих параметров и организацией долговременного хранения и переноса данных на компактном USB накопителе.

**Решение:** Использовать следующее оборудование и программное обеспечение National Instruments:

- Контроллер cRIO 9012
- Шасси 9101
- Модули ввода-вывода NI 9219, NI 9422, NI 9481
- NI LabVIEW 8.5 с использованием LabVIEW FPGA и LabVIEW Real-Time.

Оператор-машинист в процессе загрузки шихты последовательно перемещает тележку от бункера к бункеру. Тележка оснащена автоматизированной подсистемой идентификации номера бункера и контро-

ля ее позиционирования относительно бункера. Номер текущего бункера и правильность позиционирования, наряду с индикацией питания и состояния отображаются на индикаторах.

Система автоматически измеряет и регистрирует время и количество отгружаемого из каждого бункера материала, и отображает на индикаторе суммарный вес материала в тележке. Информация о произведенных операциях за заданный промежуток времени (день, неделя, месяц) хранится в энергонезависимой памяти контроллера.

Для контроля, учета и архивирования информация из контроллера периодически переносится на другой компьютер через внешний USB накопитель. Система автоматически распознает наличие накопителя и переносит на него актуальную информацию.

Дополнительно система может комплектоваться подпрограммой взаимодействия с выделенным сервером или информационной системой предприятия по сети Ethernet для непрерывной записи результатов измерений в базу данных в реальном времени, а также отдельной программой просмотра, формирования и печати отчетов.

Система рассчитана на эксплуатацию в тяжелых промышленных условиях при температуре от -40 до +70 °С.



## Тензостанция-регистратор

**Предприятие:** ООО “ВиТэК” г. Санкт–Петербург

**Задача:** Создание автоматизированной многоканальной системы измерения динамики механических напряжений корпуса судна для ледовых испытаний.

**Решение:** Для обеспечения надежной автономной работы измерительного комплекса в суровых условиях ледовых испытаний в качестве платформы была выбрана промышленная система NI CompactRIO, обладающая стойкостью к механическим и вибрационным воздействиям, а также стабильность работы при отрицательных температурах.

**В состав комплекса входят:**

- Контроллер NI cRIO 9014
- Шасси NI cRIO 9102
- Тензометрический модуль NI cRIO 9237
- Программное обеспечение разработанное в среде графического программирования NI LabVIEW с использованием библиотек LabVIEW FPGA и LabVIEW Real-Time

Комплекс обеспечивает 24 синхронных канала подключения датчиков измерения механических напряжений, закрепленных на корпусе судна. Для сокращения длины кабельных трасс между измерительными преобразователями и модулями оцифровки, а также соблюдения требований помехоустойчивости, тензостанция-регистратор размещается в непосредственной близости от точек крепления датчиков, - в трюме и машинном отделении судна.

Система обеспечивает работу в двух режимах:

- Интерактивный с отображением снимаемых с корпуса судна напряжений в виде графиков на экране компьютера, подключенного к тензостанции через линию Ethernet
- Автоматический при котором запись сигналов с датчиков инициируется самой станцией по предварительно сконфигурированным событиям или периодически, через заданные промежутки времени

Запись сигналов производится на локальный FLASH-накопитель емкостью 2 ГБ (2 часа непрерывной записи по 24 каналам с частотой опроса 1600 Гц). Возможности платформы cRIO позволяют расширить объем памяти до 10 ГБ при описанной аппаратной конфигурации. По окончании записи информация переносится на хост-компьютер через сеть Ethernet.

**Программное обеспечение комплекса выполняет следующий набор функций:**

- Конфигурация измерительных каналов
- Конфигурация условий запуска автоматической регистрации
- Отображение сигналов с датчиков на хост-компьютере в реальном времени в виде графиков, и расчет: СКЗ, среднее, амплитуда
- Изменение частоты опроса измерительных каналов
- Перенос записей со встроенного FLASH-накопителя на жесткий диск компьютера
- Анализ результатов регистрации и формирование отчета за указанный период времени
- Экспорт данных в формат HTML, в редакторы MS WORD, MS Excel, в текстовый файл, на принтер



## Мониторинг состояния строительных объектов во время Олимпиады 2008 с применением NI LabVIEW и CompactRIO

**Предприятие:** CGM Engineering, Inc.

**Задача:** Необходимо создать систему структурного мониторинга для контроля состояния и определения надежности и жизнеспособности конструкций множества крупных строительных объектов Китая, включая новый Олимпийский стадион в Пекине.

**Решение:** Используя графическую среду программирования NI LabVIEW и аппаратную платформу NI CompactRIO создать высокоточную систему структурного анализа с синхронизацией на базе GPS для мониторинга наиболее опасных участков строительных конструкций.

Для осуществления мониторинга состояния конструкций, в 2004 году Китайская Администрация по прогнозированию землетрясений (CEA), выбрала семь крупных объектов, среди которых Олимпийский стадион летней олимпиады в Пекине 2008 года.

### Непрерывный мониторинг состояния строительных конструкций в режиме реального времени

Системы, основу которых составляют ПО LabVIEW и платформа CompactRIO, спроектированы для считывания вибрационных характеристик, уникальных для каждой конструкции, и детектирования возможных разрушений.

### Разработка систем мониторинга состояния строительных конструкций на базе LabVIEW и CompactRIO

Используя предлагаемую NI платформу, были разработаны две разные системы, удовлетворяющие требованиям CEA. Девять систем на 64 канала и две на 36 каналов, выполненные на основе клиент-серверной архитектуры, в прочных корпусах NEMA,

которые позволяют функционировать в условиях повышенной влажности и в температурном диапазоне от -40 до 70 °С, развернуты в наиболее сейсмоопасных местах шести городов Китая.

### В систему мониторинга входят:

- Три контроллера CompactRIO (для 64-канальной станции)
- Большое число акселерометров для измерения вибраций
- GPS-приемник для синхронизации в режиме реального времени
- LabVIEW FPGA Module для точной синхронизации между оборудованием
- Каскад программно конфигурируемых фильтров в LabVIEW Real-Time Module для увеличения точности измерений и подавления шумовых сигналов

В каждой системе полученная информация хранится на встраиваемых одноплатных компьютерах (single-board computer – SBC). Благодаря использованию переменных общего доступа в LabVIEW, множество пользователей могут получить удаленный доступ к информации и проводить анализ данных по мере их поступления.

### Преимущества системы на основе программных и аппаратных средств от NI

Ключевыми факторами выбора CEA в пользу системы на базе CompactRIO являются:

- Способность к высокоточной GPS синхронизации в режиме реального времени
- Возможность удаленного доступа к данным из любой точки мира
- Функциональная гибкость, за счет возможности установки в систему самых разнообразных плат ввода/вывода

Сочетание технологии реконфигурируемого ввода/вывода CompactRIO и программного обеспечения LabVIEW позволило создать недорогую встраиваемую высокоточную и функционально гибкую систему структурного мониторинга.



## Автомобиль на водородном топливе

**Предприятие:** ФГУП НАМИ, “Инсис ЛТД”, г. Москва

**Задача:** Необходимо реализовать экологически чистый автомобиль, работающий на водородном топливе, который после несложной доработки может использоваться коммунальными городскими службами.

**Решение:** В рамках данной работы было создано автотранспортное средство на базе шасси ЗИЛ-5301 с комбинированной энергоустановкой, основным элементом которой является электрохимический генератор на базе топливных элементов “Водород – кислород”. Силовая установка грузовика гибридной схемы включает в себя:

- Тяговый электромотор привода трансмиссии
- Буферные накопители энергии
- Преобразователи электрической энергии
- Электрохимический генератор на базе водородных топливных элементов
- Газобаллонное оборудование

Для создания системы управления электрохими-

ческим генератором комбинированной установки верхнего уровня используется оборудование и программное обеспечение National Instruments:

- Контроллер CompactRIO-9012
- Реконфигурируемое шасси CompactRIO-9103
- Модули цифрового ввода/вывода аналоговых и цифровых сигналов
- Панель управления с сенсорным экраном TPC-2006
- LabVIEW TouchPanel
- LabVIEW FPGA

В данном проекте контроллеру cRIO-9012 отводится роль системы управления работой электрохимического генератора, электродвигателя и контроль над работой основных агрегатов и узлов комбинированной энергоустановки. Контроллер cRIO-9012 работает под управлением операционной системы реального времени (RTOS) “WindRiver”.

Благодаря использованию передовой РТОС удалось добиться “жесткого” реального времени для такой мобильной и малогабаритной системы.

Для отображения параметров работы энергетической установки и для управления используется сенсорная панель TPC – 2006 под управления Windows CE. Основное преимущество данной системы состоит в наличии единой среды разработки программного обеспечения для контроллера, для ПЛИС и для Touch Panel.



## Сервис и поддержка

Компания National Instruments оказывает ряд услуг по сервисному обслуживанию и поддержке оборудования и программного обеспечения своих заказчиков и партнеров.

### Сервис готовых систем

Квалифицированные инженеры компании проведут сборку, конфигурирование, тестирование оборудования и программного обеспечения, а так же снабдят вас всей необходимой технической документацией.

### Построение прототипов систем

Специалисты компании National Instruments и ее партнеров могут создать прототип вашей системы для наглядной демонстрации возможностей оборудования и программного обеспечения в рамках конкретно выбранного приложения или задачи.

### Сервис оборудования

- Бесплатная гарантия - 1 год
- Расширенная гарантия – специальные возможности для увеличения стандартного гарантийного срока на год и более
- Ремонт – высококвалифицированные специалисты компании произведут ремонт оборудования настолько быстро, насколько это возможно. Кроме того, NI предлагает дополнительные возможности по замене и комплексный ремонт оборудования, входящего в стенд
- Калибровка – для поддержания высокой точности измерений мы производим процедуру калибровки вашего измерительного оборудования, включающую ручную калибровку, перекалибровку оборудования и предоставление специализированного программного обеспечения для самокалибровки

### Внесение в государственный реестр средств измерений

Компания National Instruments оказывает помощь по внесению законченных измерительных и диагностических комплексов в государственный реестр средств измерений.

### Партнерская программа NI Alliance Partner Program

Партнерская программа NI Alliance Partner Program объединяет более 600 инжиниринговых фирм, системных интеграторов, разработчиков, торговых партнеров и промышленных экспертов со всего мира для реализации законченных, высококачественных решений на базе технологий виртуальных приборов и оборудования NI. Участники программы получают скидки на оборудование, расширенную техническую поддержку, а так же возможность взаимодействия с заказчиками National Instruments.

### Обучение и сертификация

Программа обучения и сертификации является наиболее быстрым и эффективным решением для ускорения реализации ваших проектов с использованием программного обеспечения и оборудования NI. Курсы, специально созданные инженерами компании, помогут вам приобрести навыки, которые позволят проектировать надежные, удобные в использовании приложения, с гораздо большей эффективностью. На данный момент вы можете пройти курсы по следующим направлениям: изучение основ среды разработки LabVIEW, сбор данных с использованием LabVIEW и измерительного оборудования NI, построение систем реального времени, работа с системами на базе ПЛИС.

## Контактная информация

### Россия

**Москва**  
119361 г. Москва,  
ул. Озерная, д.42, офис 1101  
Тел.: + 7(495) 783-68-51  
Факс: +7 (495) 783-68-52  
ni.russia@ni.com, ni.com/russia

**Санкт-Петербург**  
Тел.: + 7 (812) 951-44-18  
ni.russia@ni.com, ni.com/russia

**Нижний Новгород**  
Тел.: +7 (920) 253-01-81  
ni.russia@ni.com, ni.com/russia

**Новосибирск**  
Тел.: +7 (913) 377-66-00  
ni.russia@ni.com, ni.com/russia

**Екатеринбург, Челябинск, Тюмень, Магнитогорск**  
Тел.: +7 (922) 123-60-80  
ni.russia@ni.com, ni.com/russia

**Владивосток, Хабаровск**  
Тел.: +7 (913) 377-66-00  
ni.russia@ni.com, ni.com/russia

### Украина

**Киев**  
Тел.: + 38 (068) 394-21-22  
ni.ukraine@ni.com, ni.com/ukraine

### Беларусь

**Минск**  
Тел.: +375 (29) 8-710-710  
ni.belarus@ni.com, ni.com/belarus

### Латвия

**Рига**  
Тел.: + 371 (22) 38-87-86  
ni.baltics@ni.com, ni.com/baltics

### Армения

**Ереван**  
Адрес:0051 г. Ереван,  
ул. Овсепя Эмина, д. 123, вход EIF  
Тел.:+374(10)21-97-10  
Факс:+374(10)21-97-82  
ni.armenia@ni.com, ni.com/armenia

### Казахстан

**Алматы**  
Тел.: +7 (917) 349-58-78  
ni.kazakhstan@ni.com

### Узбекистан

**Ташкент**  
Тел.: +7 (917) 349-58-78  
ni.uzbekistan@ni.com