

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЁЖНОЙ ПОЛИТИКИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
«НОВОРОССИЙСКИЙ КОЛЛЕДЖ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»
(ГБПОУ КК НКРП)

WorldSkills Russia

Учебное пособие по компетенции «Мобильная робототехника»

Новороссийск, 2019

Согласовано
Советом по методическим вопросам
протокол от 30.01 2019 г. № 5
Председатель
Е.В. Заслонова

Утверждаю
Зам. директора по УР
30.01
Т.В. Трусова
2019 г.

Рассмотрено
УМО общепрофессиональных и специальных
дисциплин специальностей 11.02.02, 11.02.06,
11.02.10

Протокол от 09.01 2019 г. № 5
Председатель УМО
А.А. Шмидберская

Организация-разработчик: ГБПОУ КК «Новороссийский колледж радиоэлектронного
приборостроения» (далее ГБПОУ КК НКРП)

Разработчик:

преподаватель ГБПОУ КК НКРП
(должность, место работы)

(подпись)

Горшков В.В. (ФИО)

Рецензенты:

В.И. Скипников,



Индивидуальный предприниматель, сервисный центр
Panasonic

(должность, место работы)

Квалификация по диплому:

Инженер

Преподаватель ГБПОУ КК НКРП

(должность, место работы)

A.B. Борисов,



Квалификация по диплому:

Инженер

РЕЦЕНЗИЯ

на учебное пособие по компетенции «Мобильная робототехника» чемпионата
WorldSkills Rusia

Учебное пособие подготовлено преподавателем ГБПОУ КК НКРП Горшковым В.В.

Сегодня в нашей стране движение WorldSkills набирает все большую силу. Популярность растет, а воздействие на институты профессионального образования, национальной системы квалификаций усиливается.

Актуальность учебного пособия заключается в том, что в настоящий момент в России развиваются нанотехнологии, электроника, механика и программирование. Т.е. созревает благодатная почва для развития компьютерных технологий и робототехники. Успехи страны в XXI веке будут определять не природные ресурсы, а уровень интеллектуального потенциала, который определяется уровнем самых передовых на сегодняшний день технологий. Уникальность заключается в возможности объединить конструирование и программирование в одном пособии, что способствует интегрированию преподавания информатики, математики, физики, черчения, естественных наук с развитием инженерного мышления, через техническое творчество.

В учебном пособии описана платформа NI myRIO, которую можно использовать не только для чемпионата WorldSkills Rusia, но и в учебном процессе. Приведено подробное описание каждого вывода разъемов, и указано предназначение кнопок и индикаторов платформы. Так же в данном учебном пособии описываются компоненты и устройства, поставляемые в начальном наборе, наборе мехатроники и наборе встраиваемых систем NI myRIO, приведены иллюстрации подключения датчиков и моторчиков и описан программный код работы данных узлов. В третьем разделе пособия приведено описание среды разработки LabVIEW, указана поэтапная работа с данной средой, расписаны основные функции и операторы действий, такие как структуры, массивы, кластеры, математические и логические функции, операторы условий, визуализации и действий и операторы подключаемых модулей.

Учебное пособие отвечает современным требованиям и рекомендовано к использованию в работе с обучающимися.

Рецензент:

Индивидуальный предприниматель,
сервисный центр Panasonic



Рецензия
на учебное пособие чемпионата WorldSkills Rusia по компетенции «Мобильная робототехника»

Компетенция «Мобильная робототехника» чемпионата WorldSkills включает в себя элементы механики и компьютерных технологий. Компьютерные технологии, применяемые в мобильной робототехнике – это элементы информационных технологий, программирование автоматизированных систем управления.

Данное учебное пособие состоит из 4 разделов:

- История WORLDSKILLS;
- NI MyRIO, ;
- Программирование в LabVIEW;
- Набор мехатроники NI myRIO.

Учебное пособие включает в себя описание платформа NI myRIO, которую можно использовать не только для чемпионата WorldSkills Rusia, но и в учебном процессе, описание каждого вывода разъемов и указание предназначения кнопок и индикаторов платформы.

В третьем разделе пособия приведено описание среды разработки LabVIEW, указана поэтапная работа с данной средой, расписаны основные функции и операторы действий, такие как структуры, массивы, кластеры, математические и логические функции, операторы условий, визуализации и действий и операторы подключаемых модулей.

Четвертый раздел включает в себя описание набора мехатроники, схемы подключения каждого вывода устройства к платформе и описание программы для работы устройства на языке программирования LabVIEW .

Учебное пособие отвечает современным требованиям и рекомендовано к использованию в образовательных учреждениях. Учебные занятия с использованием данного пособия способствуют развитию всех видов универсальных учебных действий, помогают выстроить межпредметные связи, обеспечивают вовлечение обучающихся в научно-техническое творчество.

Рецензент:
преподаватель
ГБПОУ КК НКРП



А.В. Борисов
2019 г

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1 История WORLD SKILLS.....	6
1.1 История развития WORLD SKILLS INTERNATIONAL.....	6
1.2 История развития WORLD SKILLS RUSSIA.....	7
1.3 Компетенция «Мобильная робототехника».....	8
2 NI MyRIO.....	9
2.1 Знакомство с пинами.....	11
2.2 Акселерометр.....	13
2.3 Индикаторы состояния.....	13
2.4 Reset.....	14
3 Программирование в LabVIEW.....	15
3.1 Создание проекта.....	16
3.2 Структуры.....	19
3.3 Массивы.....	20
3.4 Кластеры.....	22
3.5 Математические функции.....	23
3.6 Логические функции.....	25
3.7 Операторы условий.....	26
3.8 Оператор визуализации и действий.....	28
3.9 Оператор MyRio.....	28
3.10 Операторы подключаемых модулей.....	30
3.11 Операторы типа Public.....	31
4 Набор мехатроники NI myRIO.....	34
4.1 Сервопривод.....	34
4.2 Н-мост и мотор-редуктор.....	37
4.3 ИК- дальномер.....	40
4.4 Ультразвуковой дальномер.....	43
4.5 Акселерометр.....	46
4.6 Гироскоп.....	50
Заключение.....	55
Список использованных источников.....	56

Введение

WORLDSKILLS – это международное некоммерческое движение, целью которого является повышение престижа рабочих профессий и развитие профессионального образования путем гармонизации лучших практик и профессиональных стандартов во всем мире посредством организации и проведения конкурсов профессионального мастерства, как в каждой отдельной стране, так и во всем мире в целом.

WORLDSKILLS – центр совершенствования и развития навыков мастерства. Благодаря международному сотрудничеству и развитию связей между производствами, правительствами, организациями и институтами, мы показываем преимущества и необходимость в квалифицированных специалистах через проведение соревнований, организацию совместных проектов и обмена опытом. Мы подчеркиваем важность профессиональной подготовки и обучения для молодежи, промышленности и общества, помогаем молодым специалистам стать лучшими в выбранной ими профессии. Основанная в 1950 году WorldSkills – международная организация, продвигающая профессиональное, техническое и ориентированное на сферу услуг образование и обучение. Мы повышаем стандарты профессиональной подготовки в 78 странах-членах WorldSkills, работая с молодежью, педагогами, правительствами и производствами, создавая трудовые ресурсы и рабочие таланты сегодня, чтобы помочь в трудоустройстве в будущем. WorldSkills объединяет молодежь, производства и педагогов, чтобы научить молодых людей профессиональному мастерству и показать им, как стать лучшими в выбранной ими специальности. От традиционных ремесел до многопрофильных профессий в области промышленности и сферы услуг, при поддержке партнеров, производств, правительства, волонтеров и учебных заведений, WorldSkills оказывает прямое влияние на рост профессионального мастерства во всем мире. На сегодняшний день это известное во всем мире и крупнейшее соревнование, в

котором принимают участие молодые квалифицированные рабочие, студенты университетов и колледжей в качестве участников, и известные профессионалы, специалисты, мастера производственного обучения и наставники – в качестве экспертов, оценивающих выполнение задания.

ЧЕМПИОНАТ – это многогранное событие, где встречаются руководители государственных органов и образовательных учреждений, представители промышленности и общественных организаций, место, где обсуждаются самые важные и актуальные вопросы, связанные с профессиональным мастерством. Чемпионаты WorldSkills проходят раз в два года в различных странах и являются важнейшим событием в области повышения профессиональной подготовки и совершенствования мастерства, всесторонне отражающим все направления от промышленности до сферы услуг. Конкурсантами являются победители национальных чемпионатов профессионального мастерства стран-членов WorldSkills. Они демонстрируют как уровень своей технической подготовки, так и индивидуальные и коллективные качества, решая поставленные перед ними задачи, которые они изучают и/или выполняют на своем рабочем месте. Их успех или провал говорит не только об их личных профессиональных качествах, но и об уровне профессиональной подготовки в той стране, которую они представляют, и общем уровне качества услуг на родине участников.

В чемпионатах WorldSkills компетенции объединены в 6 тематических блоков: строительная сфера, ИТ-технологии, промышленное производство, обслуживание гражданского транспорта, сфера услуг, творчество и дизайн.

1 История WORLD SKILLS

1.1 История развития WORLD SKILLS INTERNATIONAL

1946 год. Испания испытывает потребность в квалифицированных рабочих. Чтобы убедить молодежь, родителей, преподавателей и потенциальных работодателей, что их будущее зависит от эффективной профессиональной подготовки, нужно сделать рабочие профессии популярными. Решение находится простой и гениальной одновременно: молодые люди любят соревноваться. Значит нужно дать им возможность посостязаться и сравнить их рабочие навыки. Автором данной идеи был генеральный директор Испанской молодёжной организации Хосе Антонио Элола Оласо. Так состоялся первый конкурс рабочих профессий в Испании.

Идею оценили в соседней Португалии. В результате в 1950 году прошли первые международные Пиренейские соревнования, в которых приняли участие 12 представителей обеих стран. Соревнования становятся международными.

Три года спустя к соревнованиям присоединились конкурсанты из Германии, Великобритании, Франции, Марокко и Швейцарии. Таким образом, в 1983 году была сформирована организация по проведению конкурсов профессионального мастерства – International Vocational Training Organisation (IVTO).

Впервые за пределами Испании соревнования были проведены в 1958 году в рамках Всемирной выставки в Брюсселе, а в 1970 году они первый раз прошли в другой части света – в Токио. В начале 2000-х годов IVTO изменила название и символику, и с тех пор ведет свою деятельность под именем WorldSkills International. Сегодня под эгидой WSI проводится множество мероприятий, включая региональные и национальные соревнования, континентальные первенства и, раз в два года, мировой чемпионат.

1.2 История развития WORLDSKILLS RUSSIA

Проект проведения первого национального чемпионата WorldSkills Russia был одобрен наблюдательным советом Агентства стратегических инициатив (АСИ) под председательством Президента России Владимира Путина в октябре 2011 года. В апреле 2012 года по инициативе АСИ и Минобрнауки был организован визит в Россию Президента WSI Саймона Бартли, в результате которого было принято решение о включении Российской Федерации в состав организации. 12 мая 2012 года на очередном заседании Генеральной ассамблеи WSI оно было одобрено всеми странами-участницами.

Первый Всероссийский конкурс рабочих профессий WorldSkills Russia состоялся весной 2013 года в Тольятти. В нем приняли участие более 300 конкурсантов в возрасте от 18 до 22 лет. По итогам соревнований была сформирована сборная РФ, которая в июле 2013 года приняла участие в чемпионате мира WSI 2013 в Лейпциге.

Второй национальный чемпионат прошел в мае 2014 года, в нем приняли участие уже 450 молодых специалистов из 39 регионов России, а также (вне конкурса) команды Абхазии и Финляндии. Сформированный по его итогам новый состав сборной представлял Россию на чемпионатах Euroskills 2014 в Лилле и WSI 2015 в Сан-Паулу.

8 ноября 2014 Председатель Правительства РФ Дмитрий Медведев подписал Распоряжение об учреждении совместно с АСИ союза «Агентство развития профессиональных сообществ и рабочих кадров — Ворлдскиллс Россия». Целью этой организации является формирование системы профессионального образования в соответствии со стандартами WSI для обеспечения экономики высококвалифицированными рабочими кадрами.

На чемпионате WSI 2015 обновленная сборная России заняла 14 общекомандное место и завоевала 6 медалей «За высшее мастерство». Кроме того, на очередном заседании Генеральной ассамблеи WSI местом проведения мирового первенства 2019 была выбрана Казань.

1.3 Компетенция «Мобильная робототехника»

Компетенция «Мобильная робототехника» включает в себя элементы механики и компьютерных технологий. Компьютерные технологии, применяемые в мобильной робототехнике – это элементы информационных технологий, программирование автоматизированных систем управления.

Теоретическое и практическое обучение специалистов в области мобильной робототехники основано на механических системах и системах управления мобильными роботами.

Специалисты в области мобильной робототехники проектируют, производят, собирают, устанавливают, программируют, управляют и обслуживают механические, электрические системы и системы управления мобильным роботом, а также выявляют и устраняют неисправности в системе управления мобильным роботом.

Объём теоретических знаний определяется в размере, необходимом для проведения практических работ, связанных с проектированием, сборкой, установкой, программированием, управлением и обслуживанием прототипами мобильных промышленных роботов, а также диагностика и ремонт в системах управления мобильными роботами.

Участники соревнований должны выполнить три задания в течение 3 дней соревнований. Задания связаны с программированием робота на исполнение различных последовательностей действий. В первый день соревнований команды должны собрать робота, в соответствии с конкурсным заданием. Кроме программирования, команды должны протестировать и настроить значения и параметры датчиков.

2 NI MyRIO

Учебный прибор разработчика NI MyRIO был создан чтобы студенты могли в течение одного семестра решать "настоящие" инженерные задачи. Он содержит двухъядерный программируемый процессор ARM Cortex-A9 с тактовой частотой 667 МГц. И кастомизируемую программируемую логическую интегральную схему (ПЛИС) Xilinx, которую студенты смогут использовать для начала разработки систем и быстрого решения встающих перед ними проблем разработчика, в компактном, простом и красивом форм-факторе. NI MyRIO содержит программируемый чип Zynq-7010, позволяющий в полную силу использовать возможности LabVIEW, как для приложений реального времени, так и для ПЛИС. Вместо долгих часов, затраченных на отладку кода или разработку пользовательского интерфейса, студенты смогут воспользоваться графическим подходом LabVIEW к программированию и сконцентрироваться на разработке, без дополнительного давления необходимости изучить среду разработки.

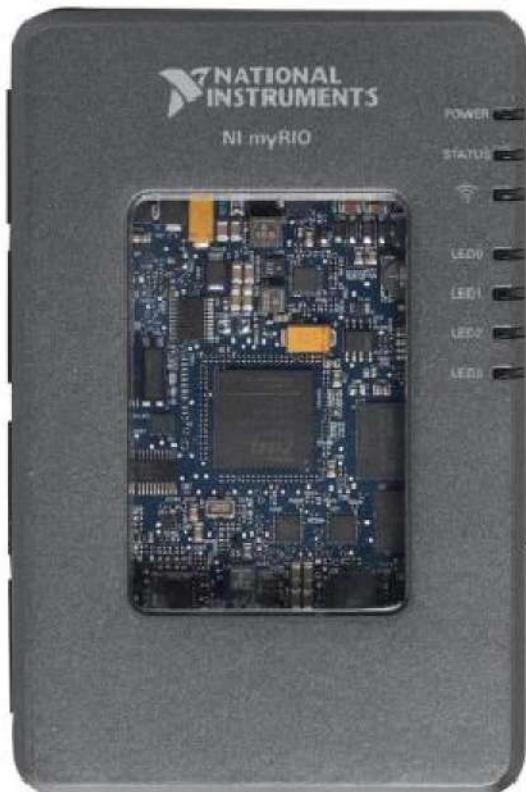


Рисунок 1. NI MyRIO.

NI MyRIO — реконфигурируемый инструмент, подходящий для многоократного использования. С его помощью студенты могут освоить широкий круг инженерных концепций и даже полный цикл разработки. Возможности работы с ПЛИС и реальным временем, а так же встроенный Wi-Fi модуль позволяют запускать приложения удаленно и без подключения к компьютеру. Три разъема (2 порта расширения NI MyRIO (MXP) и один порт NI miniSystems (MSP), идентичный разъему NI myDAQ) передают и получают сигналы от датчиков и электрических схем, используемых студентами в их системах. NI MyRIO содержит в общей сложности 40 цифровых линий ввода/вывода с поддержкой SPI, PWN выхода, входного импульсного датчика, UART и I2C; восемь односторонних аналоговых входов; два дифференциальных аналоговых входа; четыре односторонних аналоговых выхода; и два общих аналоговых выхода, позволяющие подключать бесчисленное количество сенсоров, устройств и программируемых контроллеров системы. Вся необходимая функциональность встроена и предварительно настроена в базовом функционале ПЛИС, что устраняет необходимость в платах расширения или "щитах" для добавления нужных возможностей. В конечном счете, NI MyRIO позволит студентам решать инженерные задачи реального времени прямо сейчас — от радиоуправляемых машин до одиночных медицинских приборов.

Легкий в освоении, и обладающий полной функциональностью в базовой поставке NI MyRIO прост для запуска, а студенты легко могут определять его рабочий статус.

Полностью настроенный ПЛИС внедрен в устройство ещё на стадии производства, так что новички могут перейти к функциональным основам без программирования ПЛИС для нормального функционирования системы. Тем не менее мощь ПЛИС становится очевидной, когда студенты дойдут до работы с ПЛИС и настройки поведения устройства под нужды текущей задачи. С учетом гибких возможностей устройства, студенты могут

использовать его в течение всего года, начиная с введения во встраиваемые устройства, закачивая курсами разработки в конце года.

2.1 Знакомство с пинами

Разъемы А и В порта расширения (MXP) NI myRIO-1900 носят идентичные комплекты сигналов. Сигналы различаются в программном обеспечении по имени разъема в ConnectorA / DIO1 и ConnectorB / DIO1. На рисунке 2 и в таблице 1 показаны сигналы на разъемах MXP А и В. Заметьте что некоторые штыри носят вторичные функции так же, как основные функции.

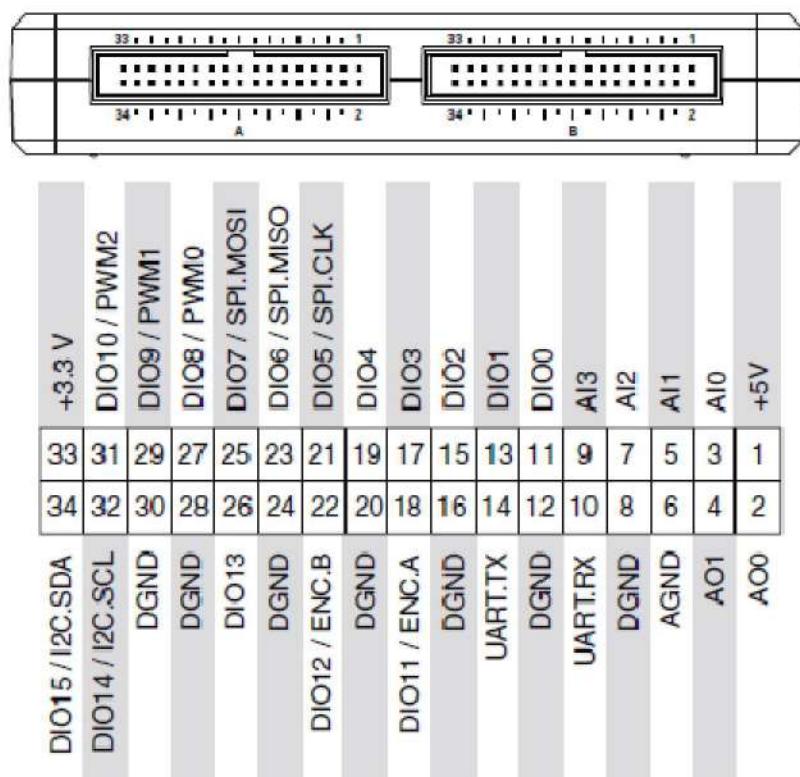


Рисунок 2. Схема разъема MXP

Таблица 1. Сигналы на разъемах MXP А и В.

Наименование сигнала	ссылка	направление	описание
+5V	DGND	Выход	Выходное напряжение 5В
AI <0..3>	AGND	Вход	Аналоговый сигнал от 0 до 5В

AO <0..1>	AGND	Выход	Аналоговый сигнал от 0 до 5В
AGND	N/A	N/A	Общий минус для аналоговых сигналов
+3.3V	DGND	Выход	Выходное напряжение 3.3В
DIO <0..15>	DGND	Вход или выход	Общий цифровой выход 3.3В., совмещение 3,3В с 5В
UART.RX	DGND	Вход	UART получает входной сигнал. Линии по UART являются электрически идентичными с линиями DIO
UART.TX	DGND	Выход	UART передает выходной сигнал. Линии по UART являются электрически идентичными с линиями DIO
DGND	N/A	N/A	Общий минус для цифровых сигналов, +5 В, и +3.3 В.

На следующем рисунке и в таблице показаны сигналы на разъеме Mini System Port (MSP).

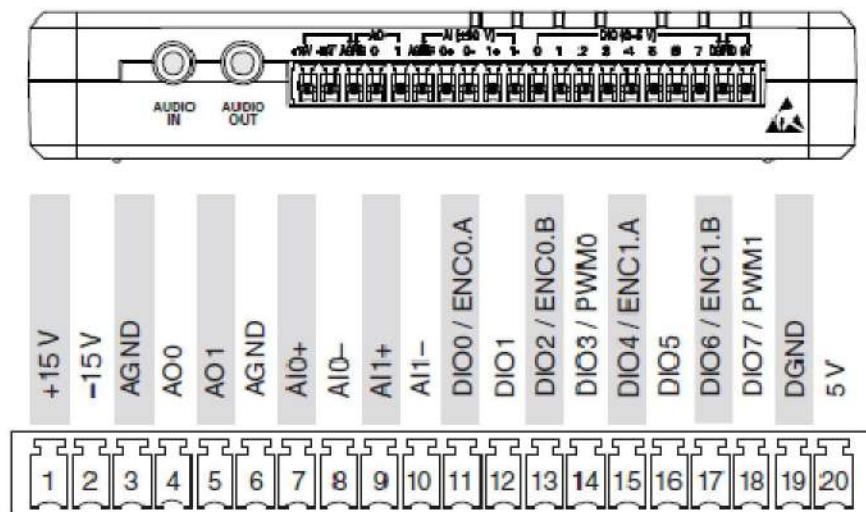


Рисунок 3. Схема разъемов Mini System Port (MSP).

Таблица 2. Сигналы на разъемах Mini System Port (MSP).

Наименование сигнала	ссылка	направление	описание
+15V/-15V	AGND	Выход	Выходное напряжение +15В/-15VB
AI0+/AI0-; AI1+/AI1-	AGND	Вход	Аналоговый вход +-10В

AO <0..1>	AGND	Выход	Аналоговый выходной сигнал +-10В
AGND	N/A	N/A	Общий минус +15В/-15VB
+5V	DGND	Выход	Выходное напряжение +5В
DIO <0..7>	DGND	Вход или выход	Общий цифровой выход 3.3В., совмещение 3,3В с 5В
DGND	N/A	N/A	Цифровой сигнал +5В
AUDIO IN	N/A	Вход	Входной стерео канал
AUDIO OUT	N/A	Выход	Выходной стерео канал

2.2 Акселерометр

В конструкции имеется встроенный трёх осевой акселерометр. Так же его можно подключить дополнительно. Схема подключения описана в разделе Мехатроника в соответствующем пункте.

Характеристики акселерометра:

- ✓ Число осей - три
- ✓ Диапазон - ±8g
- ✓ Разрешение - 12 бит
- ✓ Частота дискретизации - 800 S/s
- ✓ Шум - 3.9 mg rms

2.3 Индикаторы состояния

Светодиод питания горит, когда NI myRIO-1900 включен. Этот светодиод указывает, что источник питания, подключенный к устройству является нормальным.

Светодиод состояния выключен во время нормальной работы. NI myRIO-1900 запускает самодиагностику (POST) при подаче питания на устройство. Во время POST включаются светодиоды питания и состояния. Когда индикатор состояния выключится, POST завершено. NI myRIO-1900 указывает определенные ошибки путем мигания светодиода состояния определенное количество раз каждые несколько секунд.

Расшифровка:

2 - Устройство обнаружило ошибку в своем программном обеспечении. Это обычно возникает, когда попытка обновления программного обеспечения прерывается. Переустановите программное обеспечение на устройстве.

3- Устройство находится в безопасном режиме.

4 - Программное обеспечение "кraшилось" дважды без перезагрузки или циклирования между авариями. Обычно это происходит, когда устройство запускается с недостатком памяти. Просмотрите RT VI и проверьте использование памяти. При необходимости измените VI, чтобы решить проблему использования памяти.

2.4 Reset

Короткое нажатие на кнопку Reset сбрасывает задачи обрабатываемые NI MyRio.Нажатие и удержание кнопки Reset в течении 5 секунд переводить NI MyRio в безопасный режим

Когда NI myRIO-1900 находится в безопасном режиме, вы можете связаться с ней, используя UART линии на разъеме MXP A. Для связи с myRIO необходимы следующие элементы подключения по UART/

3 Программирование в LabVIEW

Это среда разработки и платформа для выполнения программ, созданных на графическом языке программирования «G» фирмы National Instruments. Первая версия LabVIEW была выпущена в 1986 году для Apple Macintosh, в настоящее время существуют версии для UNIX, Linux, Mac OS и пр., а наиболее развитыми и популярными являются версии для Microsoft Windows. В данном разделе будут разобраны основные аспекты работы с этой средой программирования.

Приложения, созданные в LabVIEW имитируют интерфейс настоящих приборов, например мультиметров, осциллографов или генераторов сигналов, поэтому они называются виртуальными инструментами (VI). Каждое приложение LabVIEW имеет переднюю панель, блок-схему и соединительную часть. Передняя панель призвана изображать интерфейс реального прибора, моделируемого в LabVIEW. Программист может гибко настраивать отображение данных, с которыми работает виртуальный инструмент. Соединительная часть играет роль разъемов и контактов в реальных инструментах, которые позволяют подключать их к другим приборам. Таким образом, VI могут содержать другие VI, называемые суб-VI, соединенные между собой. Каждый из суб-VI в свою очередь тоже может содержать суб-VI. Такая структура соответствует вызову функций в текстовых языках программирования. И, наконец, блок-схема — это то место, где программист создает собственно код. В отличие от текстовых языков программирования, таких как C, Java, C++ и Visual Basic, LabVIEW для создания приложений использует иконки вместо строк кода. Благодаря этому ключевому отличию контроль выполнения осуществляется набором правил для потока данных вместо последовательности. Провода, соединяющие VI и иконки на блок-схеме, определяют порядок выполнения кода.

При запуске среды разработки высвечивается окно запуска. На нем показаны установленные модули, информация о лицензии, информация об установленной версии и разрядности.

После запуска появляется диалоговое окно с выбором обучающих документов. При хорошем знании английского языка можно воспользоваться ими, если такового не имеется, необходимо закрыть его нажатием соответствующей кнопки.

На следующем окне имеются вкладки Create Project(Создать проект) и Open Existing(Открыть уже имеющийся проект или VI) под каждым из них со временем появляется список из тех, что были использованы пользователем.

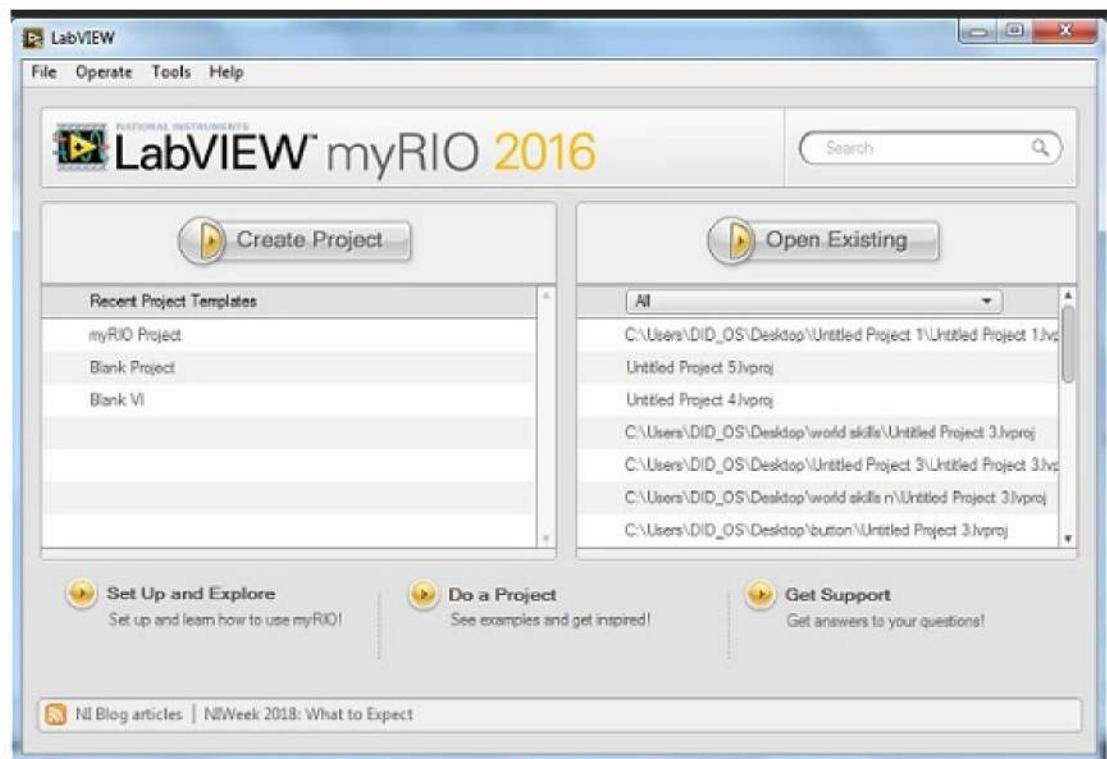


Рисунок4. Окно запуска

3.1 Создание проекта

Для того, чтобы создать проект для управления NI MyRio необходимо:

- 1) Нажать на вкладку Create Project. Появится окно выбора;
- 2) В окне выбора необходимо нажать на вкладку myRIO;
- 3) На данной вкладке необходимо выбрать, что вы хотите создать (Для создания обычного проекта необходимо нажать myRIO Project) ;

4) Появится окно конфигурации, где предлагается выбрать путь для хранения проекта(Project Root), интерфейс подключения myRIO (Target), а так же название проекта(Project Name);

5) Выберите необходимую для работы конфигурацию. Нажмите клавишу Finish(Завершить). Ожидайте окончания создания проекта;

6) Появится окно проекта. В нем есть 2 основных блока - это блок подпрограмм для компиляции и эксплуатации на компьютере(My Computer) и блок подпрограмм для эксплуатации на myRio(myRio-1900(ip adress)), где ip adress - это адрес подключенной myRio;

7) Чтобы создать новую подпрограмму необходимо нажать на блок, в котором вы желаете ее создать, правой клавишей мыши и выбрать пункты New->VI;

8)Чтобы добавить уже существующий VI в новый проект необходимо нажать на блок, в который вы желаете его добавить, правой клавишей мыши и выбрать пункты Add->File. Далее в диалоговом окне выбрать нужный вам VI.

Примечание: В блоке myRio уже содержится пример программы для работы с акселерометром. По желанию его можно запустить и просмотреть исходный код. Так же его можно удалить из проекта. Чтобы это сделать необходимо нажать на него правой клавишей мыши и выбрать Remove from Project(удалить из проекта). Далее подтвердить это действие клавишей OK.

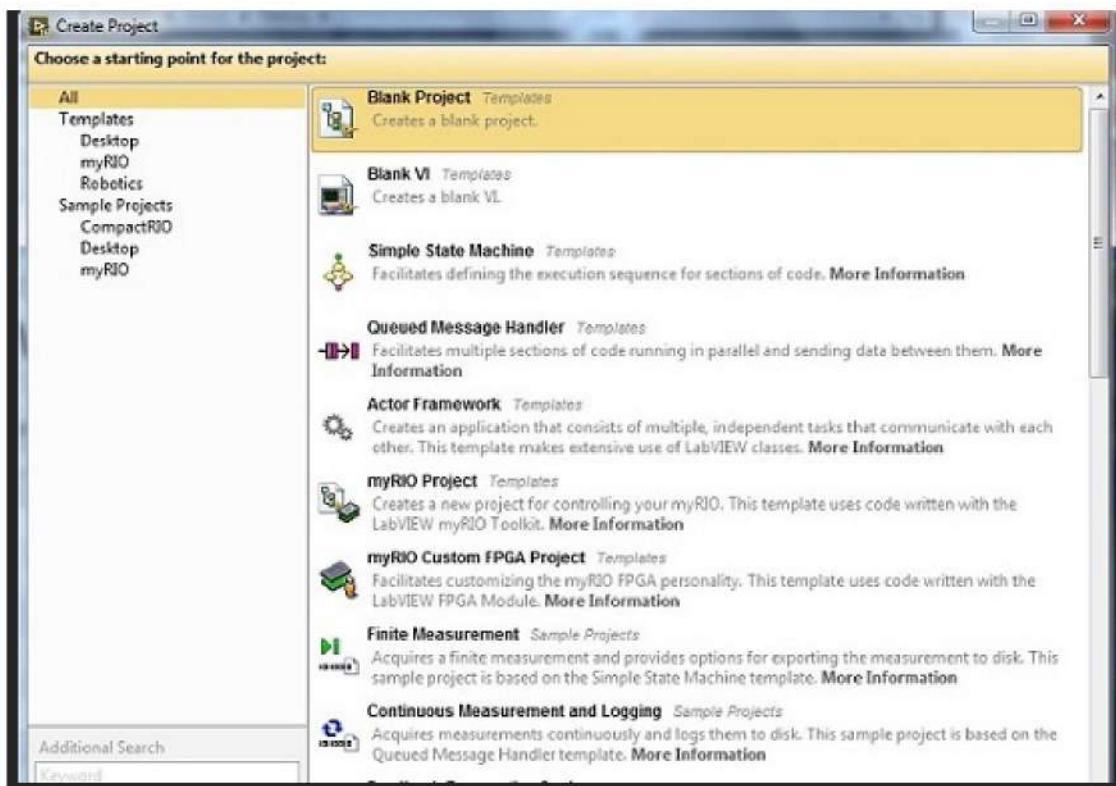


Рисунок 5. Создание проекта

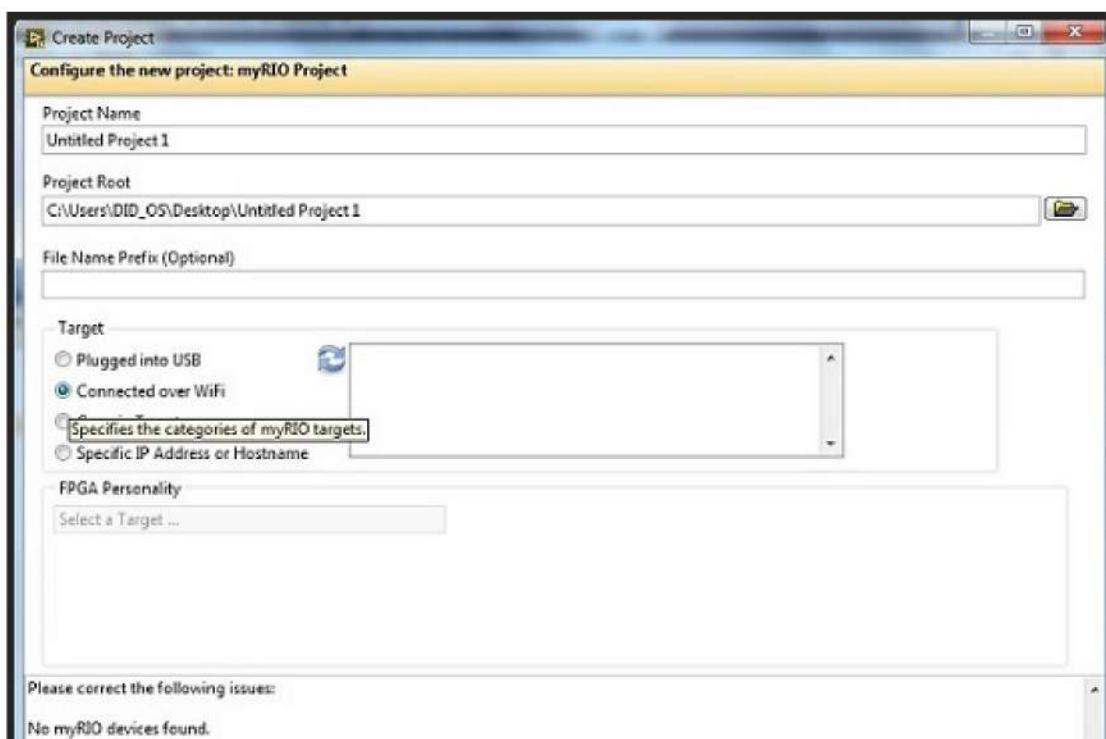


Рисунок 6. Окно конфигурации

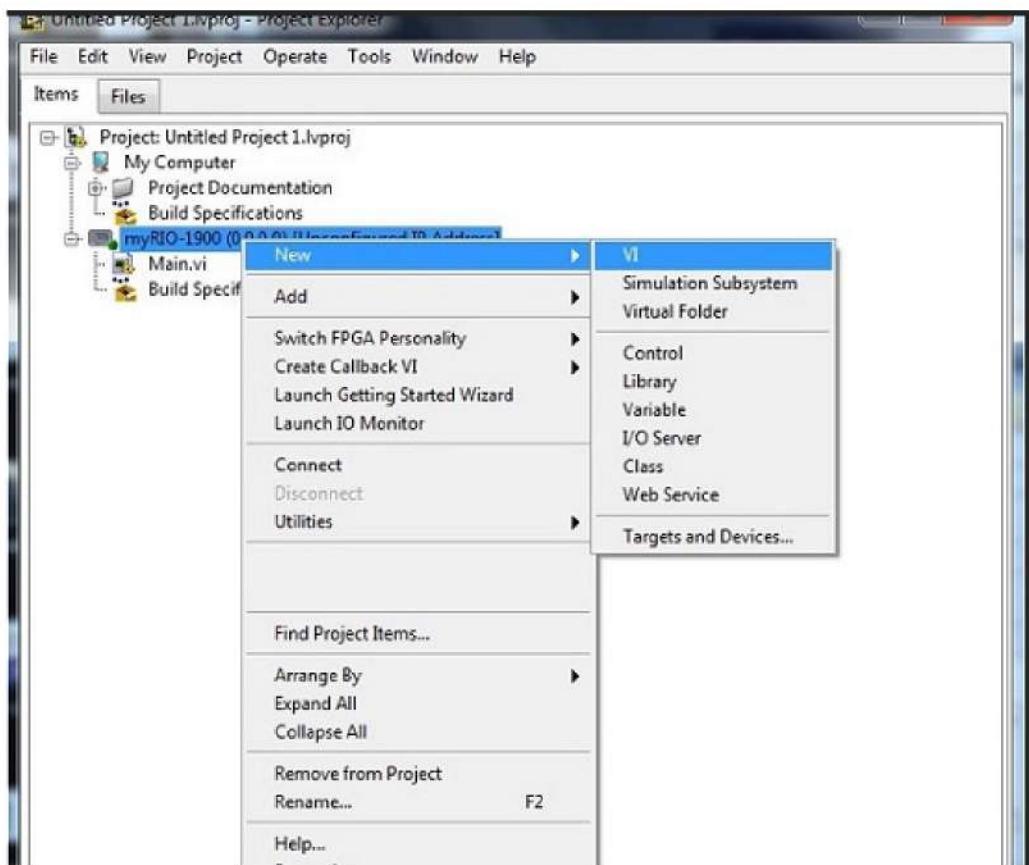


Рисунок 7. Окно проекта

3.2 Структуры

В среде разработки LabView имеется несколько типов структур. Самые часто используемые - For Loop, While Loop, Case Structure, Event Structure, Flat Structure.

Flat structure (Кадровая структура) - используется для создания точной последовательности в программе, где операторы выполняются в той последовательности, в которой они расположены внутри кадров данной структуры.

Case structure (Условная структура) - используется для создания программы с ветвлением по условию. Работа этой структуры схожа с одноименным оператором в программировании на стандартных языках.

Event structure (Структура событий) - используется для запуска операторов находящихся в ней по какому-либо событию(например нажатию какой-либо клавиши на клавиатуре и т.д).

While Loop (Структура цикла с окончанием по условию) - используется для повторения выполнения операторов внутри структуры до выполнения какого-либо условия возвращающего логическую константу(True либо False).

For Loop (Структура цикла с определенным количеством итераций) - используется для повторения операторов внутри структуры определенное количество раз.

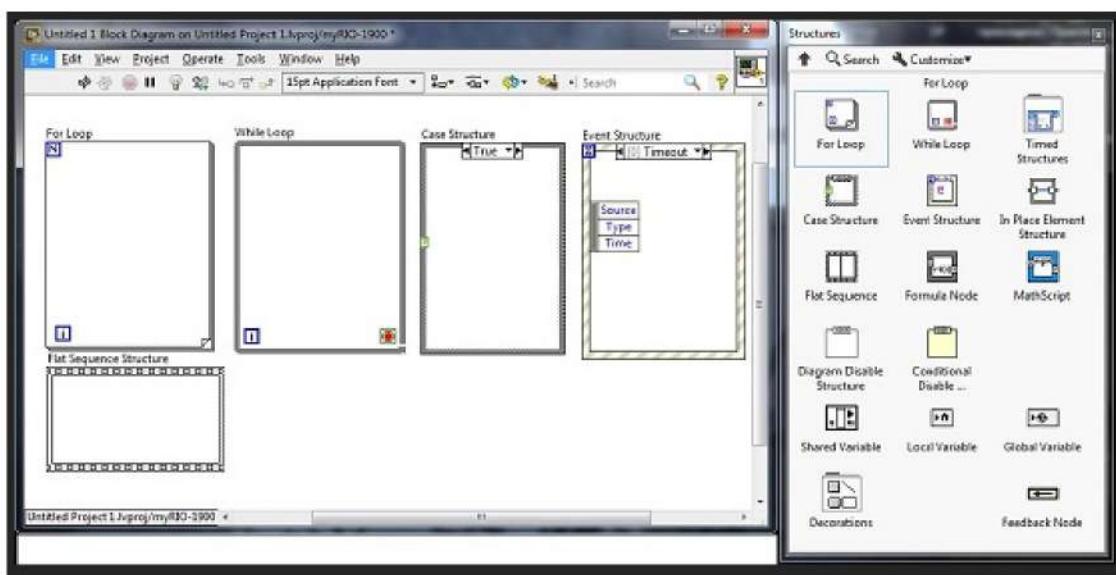


Рисунок 8. Виды структур

3.3 Массивы

Массив - это набор одинаковых данных, расположенных в переменных, пронумерованных индексами.

В среде программирования LabView имеется возможность создавать массивы и обрабатывать их. Для того чтобы посмотреть перечень операторов массивов необходимо перейти во вкладку Array.

Оператор Array Size возвращает количество элементов массива(В Array вводится массив. Из Size выводится количество элементов.).

Оператор Index array возвращает значение из массива под вводимым значением(В Array вводится массив. В Index вводится индекс элемента. Из Element выводится элемент под введенным в Index индексом).

Оператор Replace Subset заменяет элемент из указанного индекса заданным и возвращает конечный результат.(В Array вводится массив. В Index вводится индекс заменяемого элемента. В New Element вводится элемент для замены.Из Output Array выводится полученный массив.)

Оператор Insert Into Array вставляет элемент в указанный индекс и возвращает конечный результат (работает по аналогии с предыдущим, но не заменяет, а производит вставку.)

Оператор Delete From Array удаляет элементы из массива (Array - Входной массив, Length - количество удаляемых элементов, Index - с какого индекса)

Оператор Initialize Array инициализирует массив с определенным размером и значением.

Оператор Build Array позволяет построить массив из элементов.

Оператор Max&Min возвращает максимальное и минимальное числа из массива а так-же их индексы.

Оператор Reshape Array пересобирает массив из исходного, выбирая из него элементы с индексами от 0 до указанного в параметре dimension size.

Оператор Sort 1D Array сортирует одномерный массив от меньшего элемента к большему.

Оператор Search 1D Array производит поиск элемента в одномерном массиве и возвращает его индекс.

Оператор Split 1D Array разделяет линейный массив на 2 линейных массива (В Array вводится массив, а в Index - индекс элемента от которого будет производиться деление.)

Оператор Reverse 1D Array делает реверс линейного массива.

Оператор Rotate 1D Array работает, как реверс, но n задает первый элемент, потом выводятся элементы после n , а после них элементы до n в реверсе.

Оператор ArrayToCluster переводит массив в кластер. Оператор ClusterToArray переводит кластер в массив.

Оператор ArrayToMatrix переводит массив в матрицу. Оператор MatrixToArray переводит матрицу в массив.

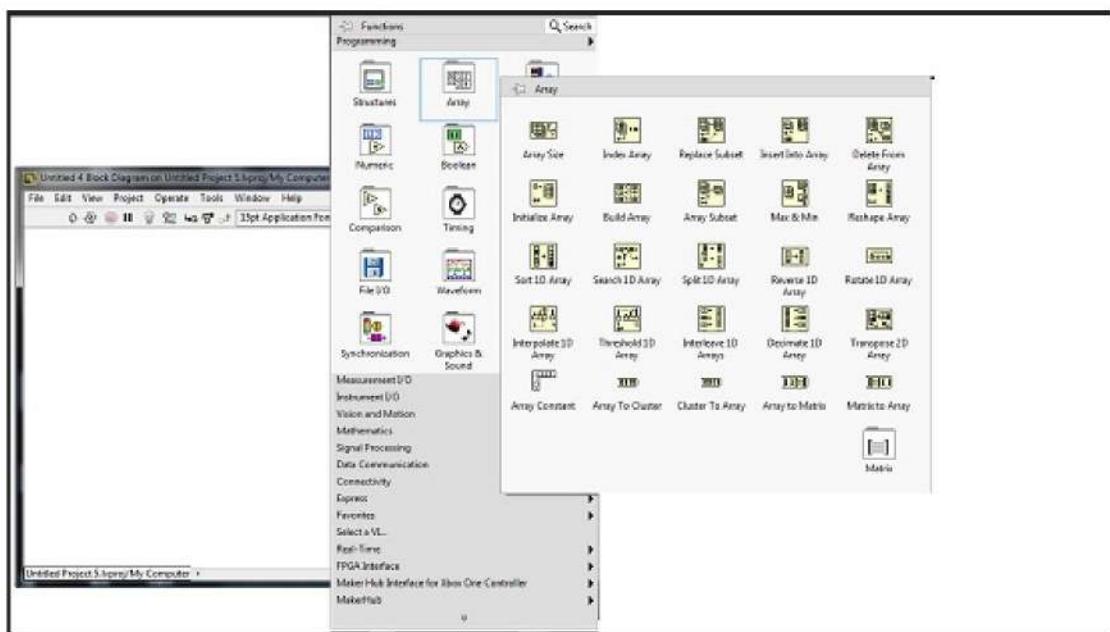


Рисунок 9. Окно выбора массивов

3.4 Кластеры

Кластер (англ. cluster — скопление) — объединение нескольких однородных элементов, которое может рассматриваться как самостоятельная единица, обладающая определёнными свойствами.

В LabView имеет место быть возможность создания, редактирования, удаления и прочей работы с кластерами. Для того чтобы посмотреть перечень операторов кластеров необходимо перейти во вкладку Cluster, Class, & Variant .

Оператор Unbundle by Name производит вывод элементов кластера по их именам.

Оператор Bundle by Name производит действие обратное Unbundle by Name.

Оператор Bundle собирает кластер из введенных в оператор элементов.

Оператор Unbundle разбирает кластер на все его составляющие.

Оператор Cluster Constant позволяет создать кластер-константу.

Оператор ArrayToCluster переводит массив в кластер.

Оператор ClusterToArray переводит кластер в массив.

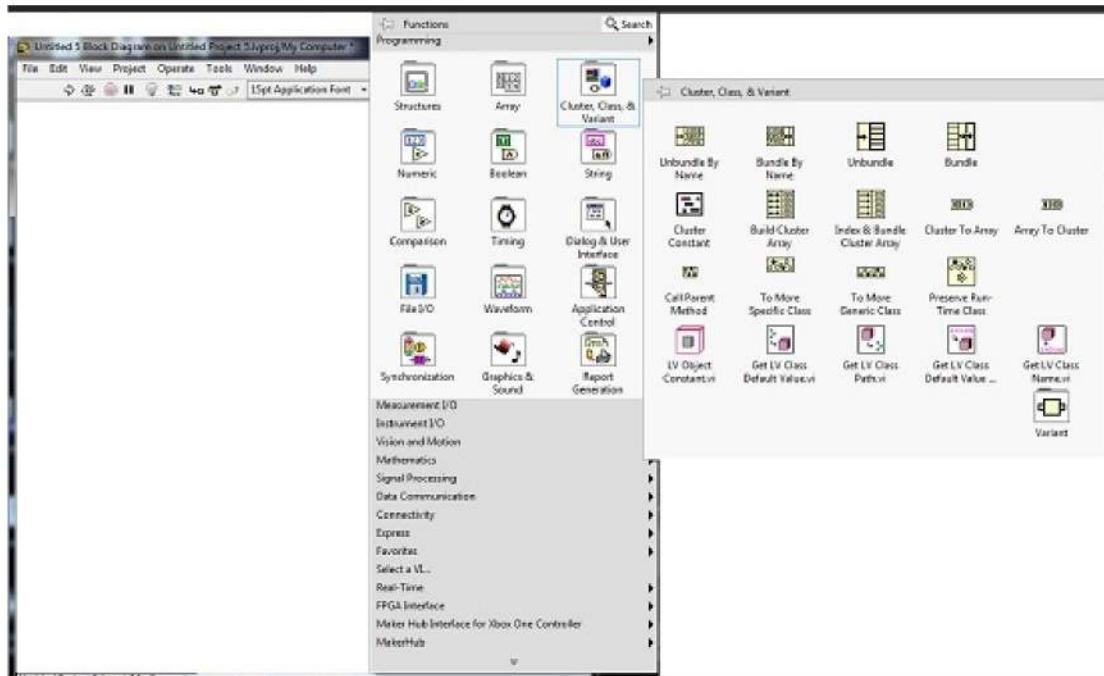


Рисунок 10. Окно работы с кластерами

3.5 Математические функции

В LabView имеются математические функции. Для того, чтобы перейти к перечню математических функций, необходимо открыть вкладку Numeric.

Оператор Add складывает два элемента и возвращает значение.

Оператор Subtract вычитает нижний элемент из верхнего и возвращает значение.

Оператор Multiply умножает элементы и возвращает значение.

Оператор Devide производит деление элементов и возвращает значение.

Оператор Increment прибавляет 1 к элементу и возвращает значение.

Оператор Decrement вычитает 1 из элемента и возвращает значение.

Оператор Add Array Elements складывает элементы массива и возвращает значение.

Оператор Multiply Array Elements перемножает элементы массива и возвращает значение.

Оператор Compound Arithmetic позволяет умножать, складывать или производить логические операции над несколькими элементами и возвращает значение.

Оператор Absolute Value и возвращает абсолютное значение элемента.

Оператор Round To Nearest округляет значение элемента до ближайшего целочисленного.

Оператор Scale By Power возвращает значение функции - x^{2^n} .

Оператор Square Root возвращает значение квадратного корня из элемента.

Оператор Square возводит элемент в квадрат и возвращает значение.

Оператор Negative переводит элемент в негатив (например:(1)Negative = (-1)) и возвращает значение.

Во вкладке Conversion находятся операторы для конвертеризации из одного типа данных в другой.

Во вкладке Math Constants находятся основные математические и физические константы.

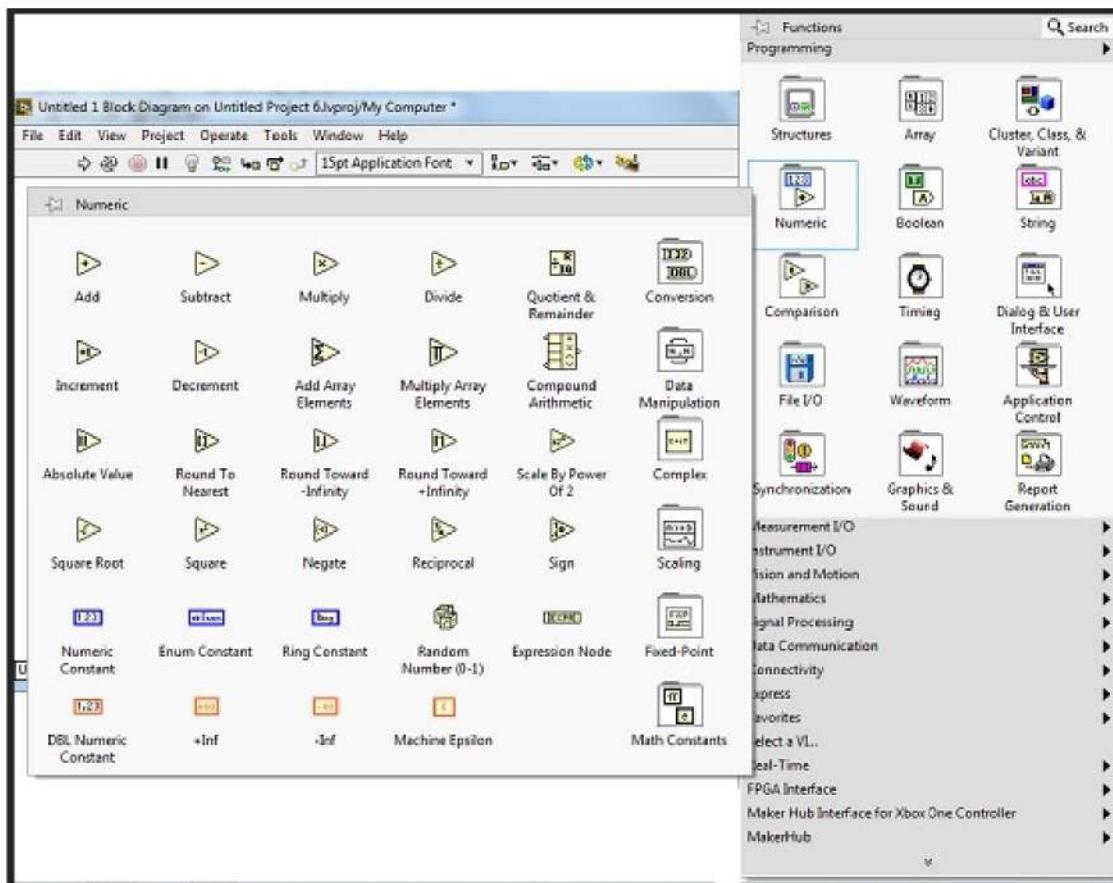


Рисунок 11. Окно выбора математических функций

3.6 Логические функции

В LabView имеется возможность для работы с логикой. Для того, чтобы ознакомиться с перечнем операторов необходимо раскрыть вкладку Boolean.

Оператор Add возвращает ($T+T=T, T+F=F, F+F=F$);

Оператор OR возвращает ($T+T=T, T+F=T, F+F=F$);

Оператор Exclusive OR возвращает ($T+T=F, T+F=T, F+F=F$);

Оператор Not And возвращает ($T+T=F, T+F=T, F+F=T$);

Оператор Not Exclusive OR возвращает ($T+T=T, T+F=F, F+F=T$);

Оператор Not OR возвращает ($T+T=T, T+F=T, F+F=F$);

Оператор Implies возвращает ($T+T=T, T+F=F, F+F=T$);

Оператор возвращает ($T+T=T, T+F=T, F+F=F$).

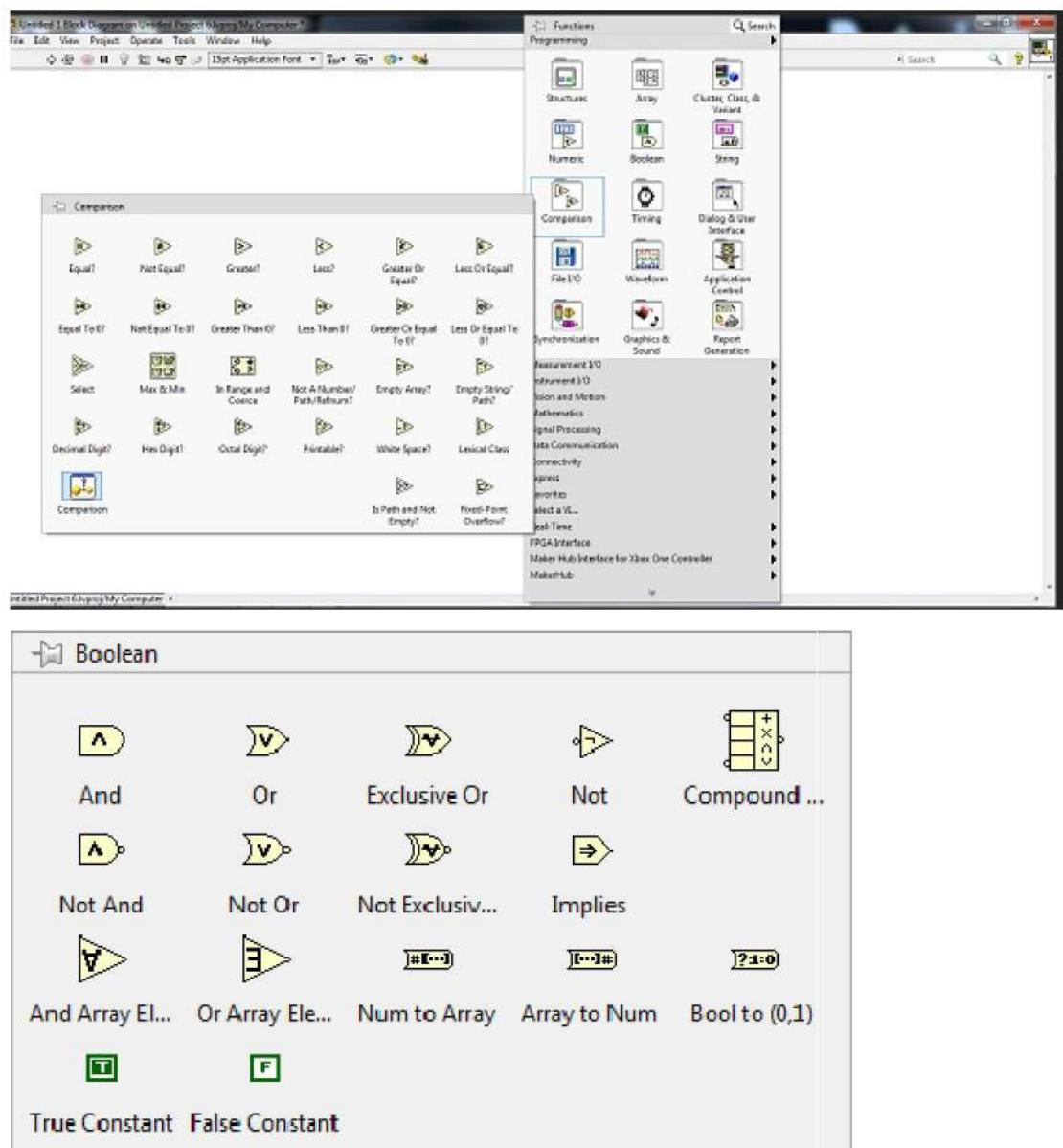


Рисунок 12, 13. Окно выбора логических функций

3.7 Операторы условий

Для того, чтобы ознакомится с операторами условия необходимо открыть вкладку Comparision.

Оператор Equal? (Равно) сравнивает равны ли элементы и если условие истинно выдает логическое True;

Оператор Not Equal? (Не равно) сравнивает не равенство элементов и если они не равны выдает логическое True;

Оператор Greater? (Больше) сравнивает элементы и если элемент 1 > элемента 2 выдает логическое True;

Оператор Less? (Меньше) сравнивает элементы и если элемент 1 < элемента 2 выдает логическое True;

Оператор Greater Or Equal? (Больше или равно) сравнивает элементы и если элемент 1 > или = элементу 2 выдает логическое True;

Оператор Less Or Equal? (Меньше или равно) сравнивает элементы и если элемент 1 < или = элементу 2 выдает логическое True;

Оператор Equal To 0? (Равно нулю) сравнивает и если элемент = 0 выдает логическое True;

Оператор Not Equal To 0? (Не равно нулю) сравнивает и если элемент не равен 0 выдает логическое True;

Оператор Greater Then 0? (Больше 0) сравнивает и если элемент > 0 выдает логическое True.

Оператор Less Then 0?(Меньше 0)сравнивает и если элемент < 0 выдает логическое True

Оператор Greater Or Equal Then 0?(Больше или равно 0)сравнивает и если элемент больше либо равен 0 выдает логическое True

Оператор Less Or Equal Then 0?(Меньше или равно 0)сравнивает и если элемент меньше или равен 0 выдает логическое True.

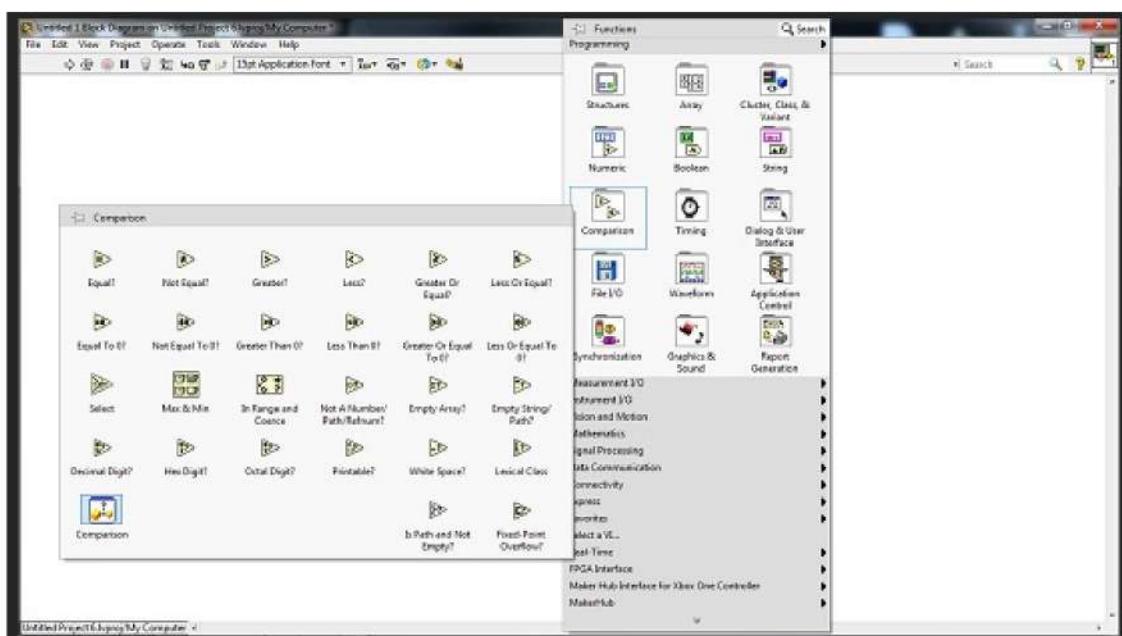


Рисунок 14. Окно операторов условий

3.8 Оператор визуализации и действий

Данный блок операторов необходим для обеспечения поддержки видеокамеры, как подключаемой к MyRio по USB, так и любой другой находящейся в системе компьютер - робот. Для того, чтобы работать с этими операторами необходимо перейти по пути Vision And Motion->NI-IMAQdx.

Оператор Snap предназначен для того, чтобы делать снимки.

Оператор Configure Grab предназначен для настройки перехвата видео с камеры (не является обязательным).

Оператор Grab предназначен для обеспечения перехвата изображения с камеры в режиме потока (Обязательным условием работы является нахождение его в цикле).

Оператор Open предназначен для открытия сессии камеры (Обязательный оператор).

Оператор Close предназначен для закрытия сессии камеры (Обязательный оператор).

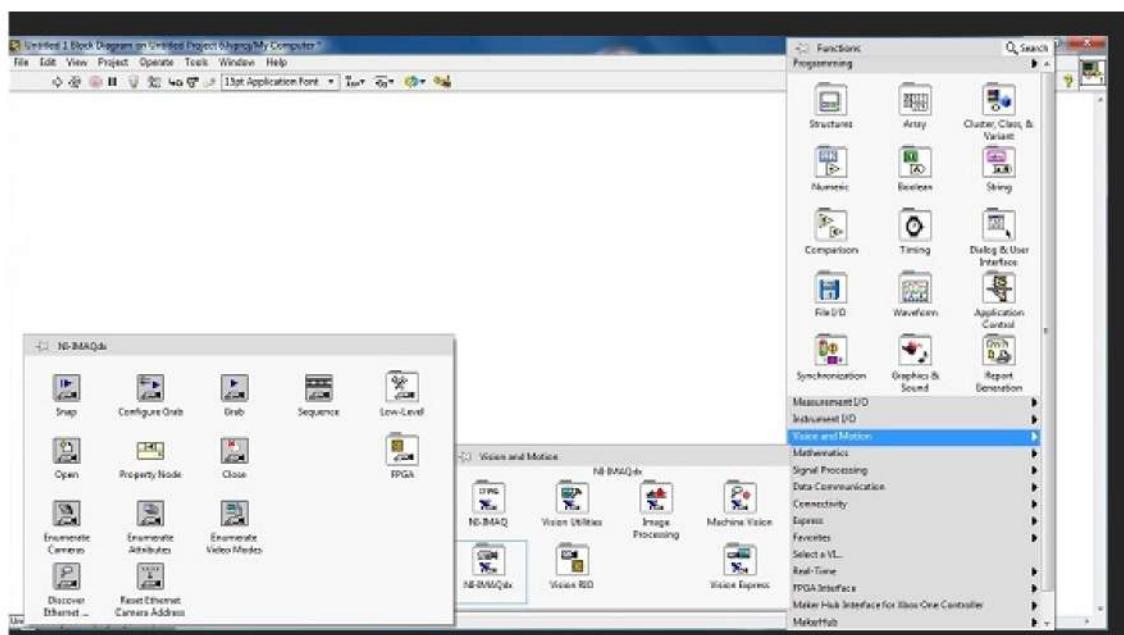


Рисунок 15. Окно операторов визуализации и действий

3.9 Оператор MyRio

Данный блок операторов необходим для работы с пинами MyRio-1900.

Для использования этих операторов необходимо перейти во вкладку MyRio.

Оператор Analog In предназначен для работы с пинами аналогового ввода.

Оператор Analog Out предназначен для работы с пинами аналогового вывода.

Оператор Digital In предназначен для работы с пинами цифрового ввода.

Оператор Digital Out предназначен для работы с пинами цифрового вывода.

Оператор Button предназначен для обработки нажатия встроенной в MyRio кнопки (Button0).

Оператор Led предназначен для работы со светодиодами встроенными в MyRio.

Оператор Accelerometer предназначен для работы с акселерометром.

Оператор PWM предназначен для работы с сервомоторами.

Оператор Encoder предназначен для обработки значений, передаваемых с энкодера на MyRio.

Оператор SPI предназначен для работы с пинами, поддерживающими интерфейс SPI.

Оператор I2C предназначен для работы с пинами, поддерживающими интерфейс I2C.

Оператор UART предназначен для работы с пинами, поддерживающими интерфейс UART.

Блок операторов High Throughput включает в себя все вышеуказанные с операторами, предназначенными для ввода и вывода звука.

Блок операторов Device Management включает в себя операторы ввода кастомного битфайла и сброса MyRio.

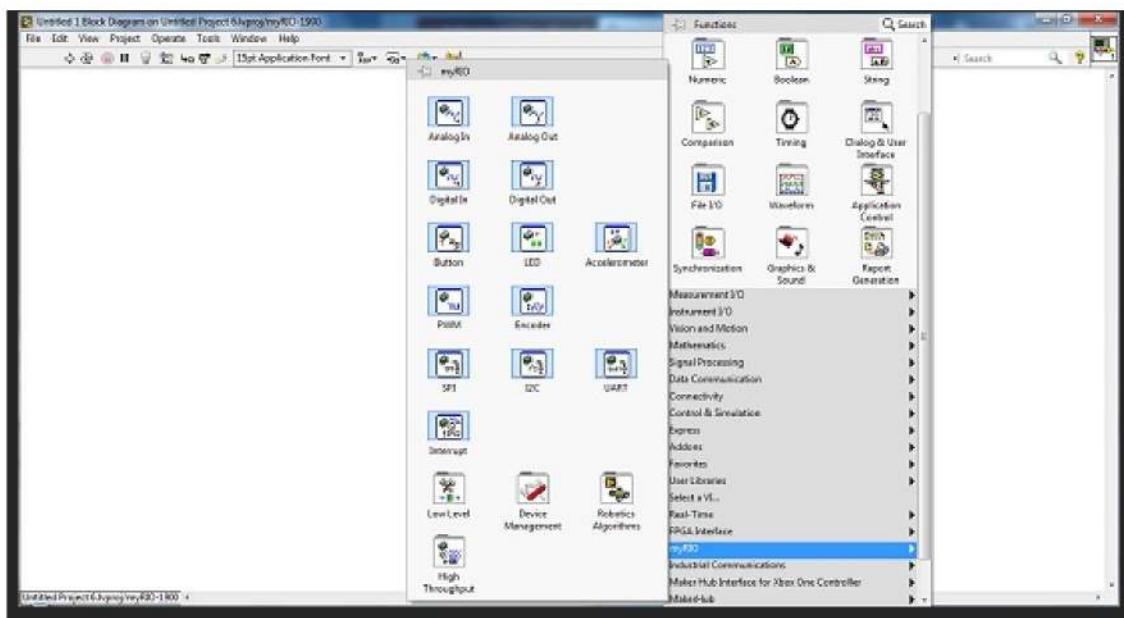


Рисунок 16. Окно выбора оператора MyRio

3.10 Операторы подключаемых модулей

В LabView имеется поддержка работы с клавиатурой, мышью и геймпадами не требующими специфического драйвера с подписью, отличной от Microsoft. Для начала работы с ними необходимо перейти во вкладку по пути Connectivity->Input Device Control.

Оператор Initialize Joystick отвечает за инициализацию геймпада.

Оператор Initialize Keyboard отвечает за инициализацию клавиатуры.

Оператор Initialize Mouse отвечает за инициализацию мыши.

Оператор Query Input Devices выводит информацию об подключенных устройствах

Оператор Acquire Input Data выводит в кластер значения Т или F в зависимости от нажатой клавиши на устройстве подключенном к этому оператору посредством оператора Initialize.

Оператор Close Input закрывает сессию, запущенную при инициализации.

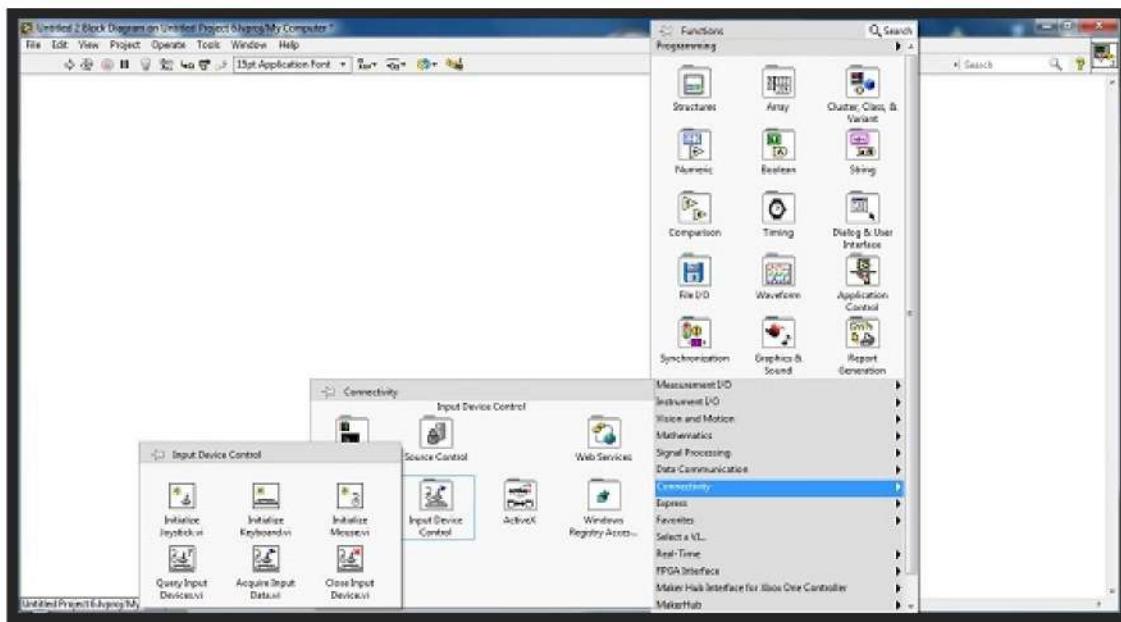
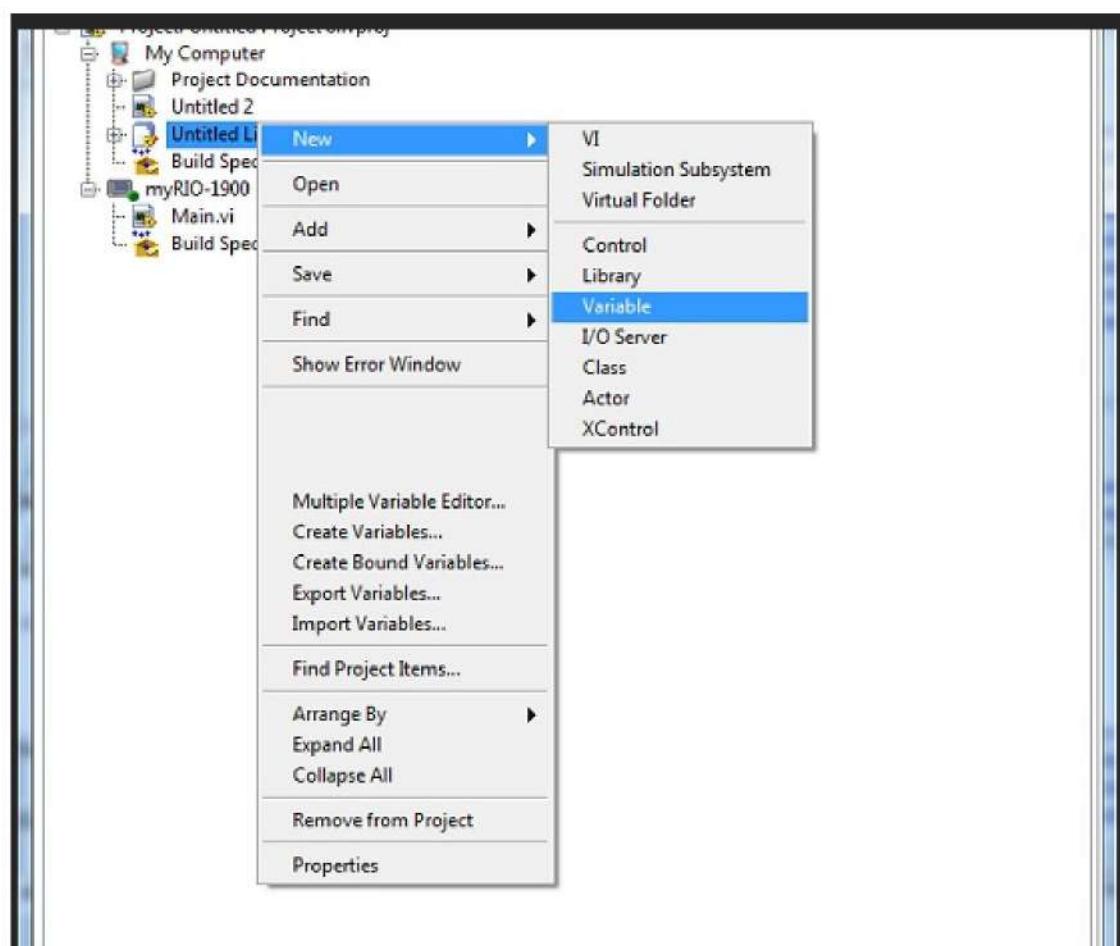
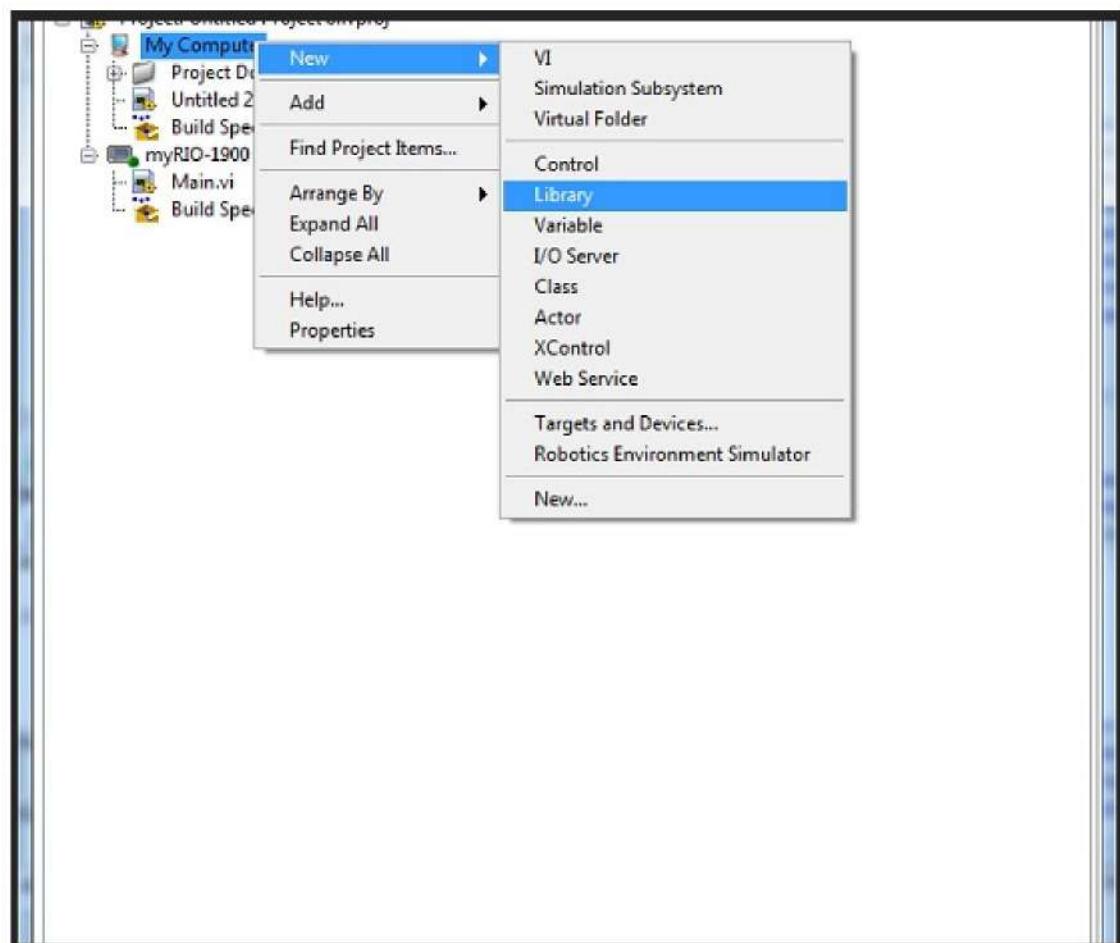


Рисунок 17. Окно выбора операторов подключаемых модулей

3.11 Операторы типа Public

Зачастую необходимо передавать данные из программы, обрабатываемой на ПК на MyRio или наоборот. Для этого в среде разработки имеется возможность создания и использования "Публичных переменных". Для создания такой переменной необходимо создать библиотеку нажатием правой клавиши мыши по вкладке на которой планируется вести основную обработку данных в переменной, и выбрать New->Library. После этого необходимо нажать на созданную библиотеку правой клавишей мыши и выбрать New->Variable. Откроется окно в котором можно указать название, тип данных и тип переменной. Для работы этой переменной между Компьютером и MyRio необходимо выбрать в параметре тип переменной (Variable Type) параметр Network Published. Для того, чтобы использовать данную переменную в проекте достаточно перетащить ее из библиотеки в нужную подпрограмму и указать ее назначение (Чтение или запись) путём нажатия по ней правой клавишей мыши и выбрав Access mode.



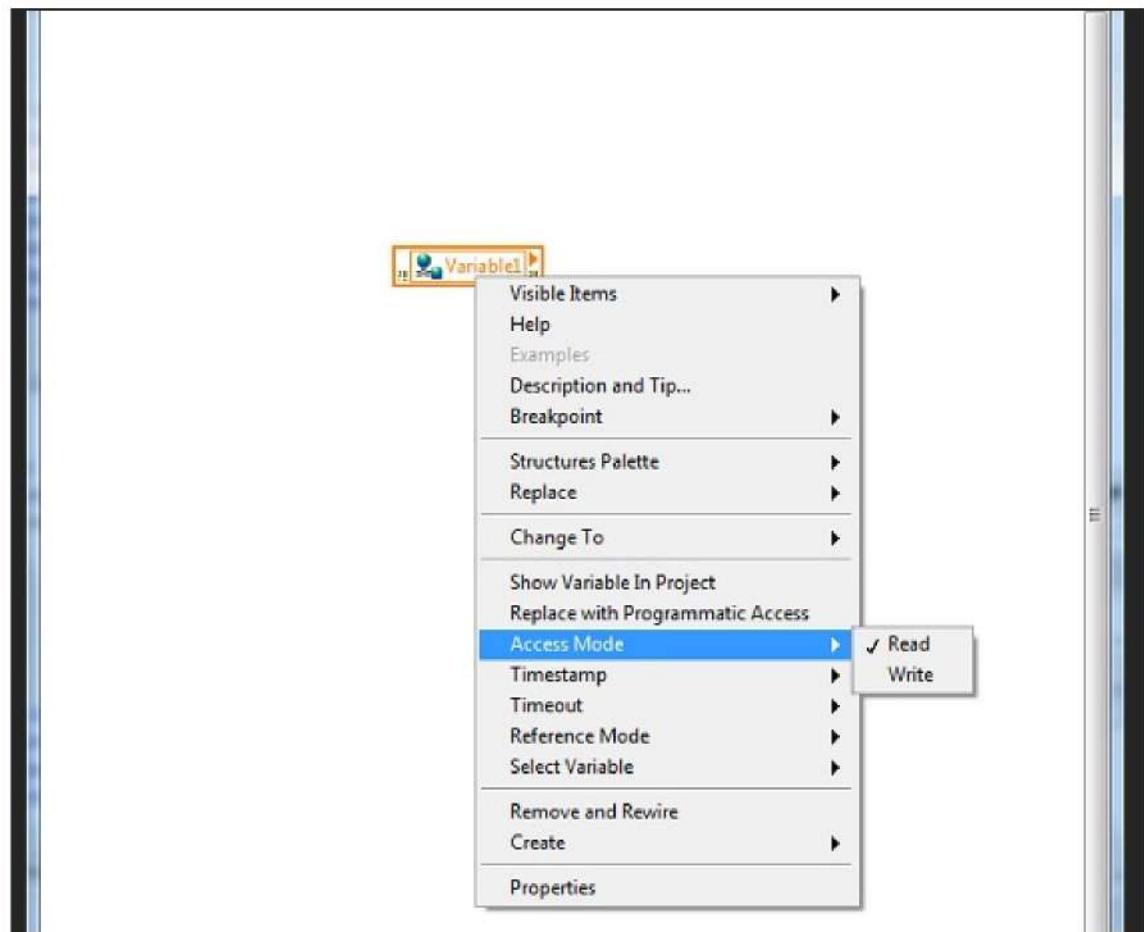


Рисунок 18-20. Выбор оператора типа Public

4 Набор мехатроники NI myRIO

4.1 Сервопривод

Сервопривод сочетает в себе электродвигатель постоянного тока, редуктор, потенциометр и регулирующую электронику и обеспечивает относительно точное регулирование углового положения ротора. Сервопривод используется для управления движением манипуляторов робота, управления датчиками поворота и другими приводными механизмами. Сервоприводы довольно давно используются в радиоуправляемых самолетах, автомобилях и лодках для регулировки управляющих поверхностей (закрылки, руль высоты, киль-стабилизатор) и рулевого управления. На рисунке 4 показан сервопривод GWS S03N STD из набора мехатроники NI myRIO, в который также входит датчик непрерывного вращения GWS S35+ XF, используемый в качестве основания приводного механизма провода.



Рисунок 21. Сервопривод NI myRIO

Соберите схему подключения, которая изображена на рисунке 22. В схеме подключения сервопривода используются три соединения с разъемом MXP В на NI myRIO:

1. Vcc (красный) → B/+5 В (контакт 1)
2. Земля (черный) → B/GND (контакт 6)
3. Управляющий сигнал (белый) → B/PWM0 (контакт 27)

Убедитесь, что используется требуемый сервопривод (GWS S03N STD); в комплекте мехатроники NI myRIO есть сервопривод непрерывного действия, который имеет схожий вид.

Командный вход сервопривода — это импульс переменной ширины, начиная с 1,0 мс при $-100\%FS$ и заканчивая 2,0 мс при $+100\%FS$; средняя ширина импульса 1,5 мс отвечает импульсу нейтрального положения или 0%FS. Импульс должен повторяться с достаточной, но не слишком высокой частотой. Измените значение регулятора freq [Hz], установив более низкую частоту (например, 10 Гц) и более высокую частоту (например, 200 Гц), при этом перемещая ползунок на разные угловые положения. Обратите внимание на два индикатора под этим полем, которые отображают ширину импульса и рабочий цикл (процентное отношение активного времени импульса) сигнала, переданного на командный вход сервопривода.

Советы по поиску и устраниению неисправностей. Результаты не соответствуют ожиданиям? Проверьте следующее.

- Индикатор питания на NI myRIO горит.
- Кнопка Run (Запуск) на панели инструментов окрашена в черный цвет, что соответствует рабочему режиму ВП.
- Выбраны правильные контакты разъема MXP — убедитесь, что используется разъем B и подключены соответствующие контакты.
- Сервопривод правильно подключен — перепроверьте соединения и убедитесь, что красная линия подключена к питанию с напряжением +5 В, черная линия — к земле, а белая — к выходу PWM0.

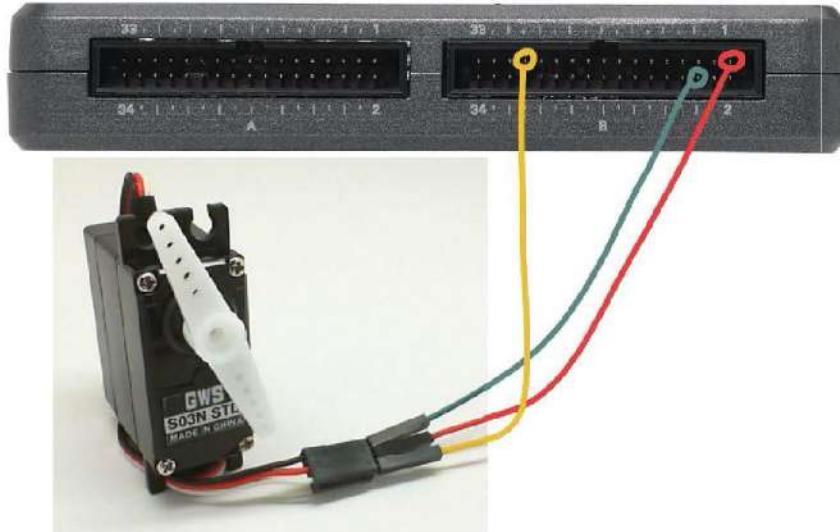
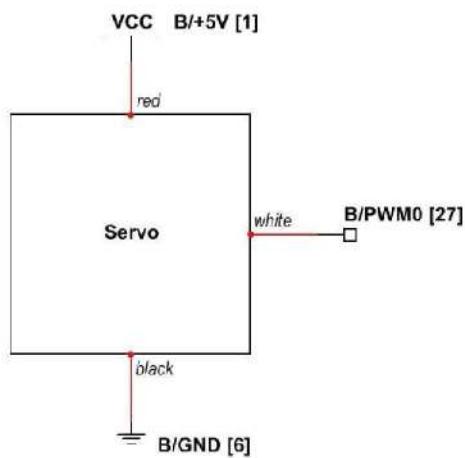


Рисунок 22. Демонстрационная установка для сервопривода GWS S03N STD, подключенного к разъему MXP В на NI myRIO.

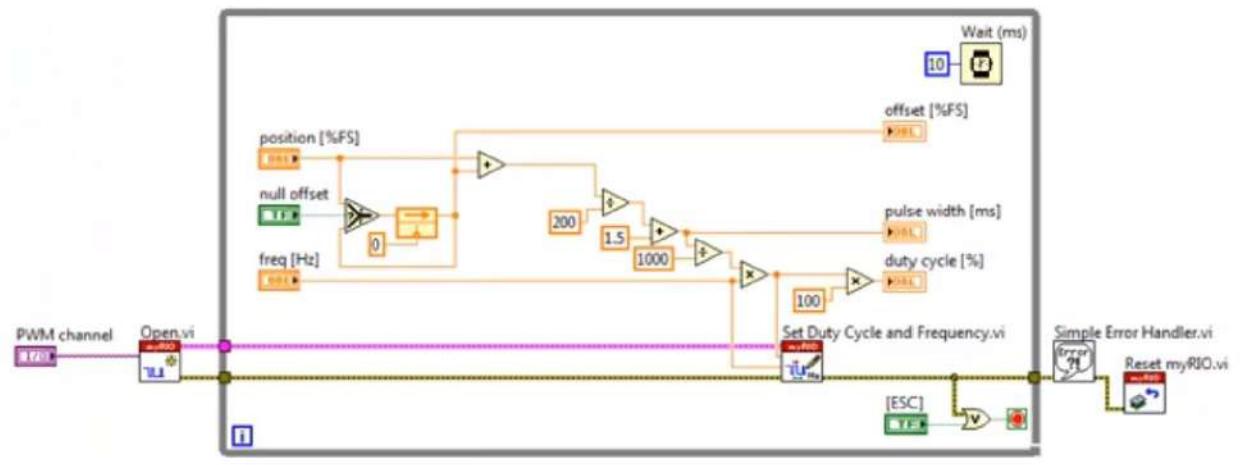


Рисунок 23. Программный код работы сервопривода

4.2 Н-мост и мотор-редуктор

В двигателе с Н-мостом используются четыре МОП-транзистора для подачи тока на двигатель постоянного тока в прямом или обратном направлении, тем самым позволяя контроллеру электродвигателя изменять направление вращения ротора. Кроме того, МОП-транзисторы осуществляют переключение с такой скоростью, что широтно-импульсная модуляция (ШИМ) пары активных МОП-транзисторов позволяет регулировать скорость вращения ротора электродвигателя. Н-мост и мотор-редуктор из набора мехатроники NI myRIO обеспечивают относительно высокий крутящий момент и пригодны для использования в приводном механизме для робототехники. Кроме того, встроенный импульсный датчик положения вала обеспечивает обратную связь для регулирования положения и скорости ротора электродвигателя.

В схеме подключения Н-моста и мотор-редуктора используются 6 соединений с разъемом MXP A и 2 соединения с разъемом MXP B на устройстве NI myRIO:

1. J2.VM → B/+5 В (контакт 1)
2. J2.GND → B/GND (контакт 6)
3. J1.VCC → A/+3,3 В (контакт 33)
4. J1.GND → A/GND (контакт 30)
5. J1.EN (включение) → A/PWM0 (контакт 27)
6. J1.SA (датчик A) → A/ENCA (контакт 18)
7. J1.SB (датчик B) → A/ENCB (контакт 22)
8. J1.DIR (направление) → A/DIO0 (контакт 11)

Для затяжки и выкручивания винтов на разъеме питания J2 используйте маленьkąю плоскую отвертку.

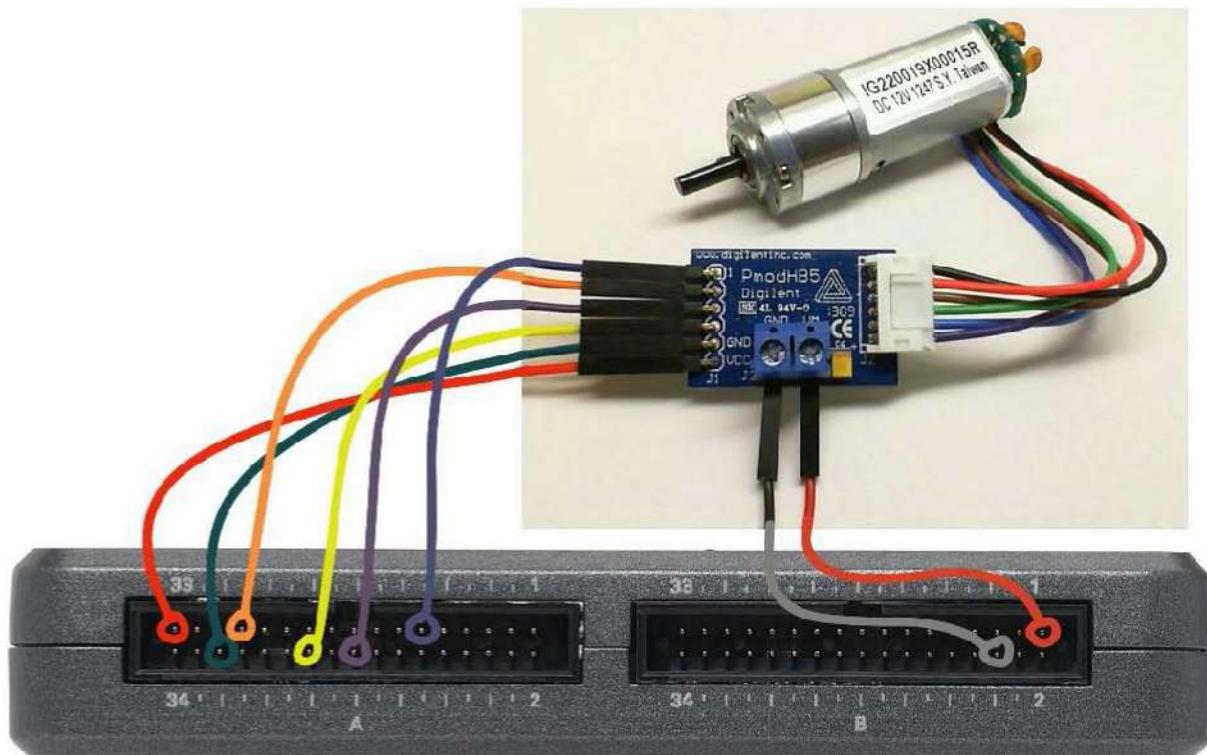
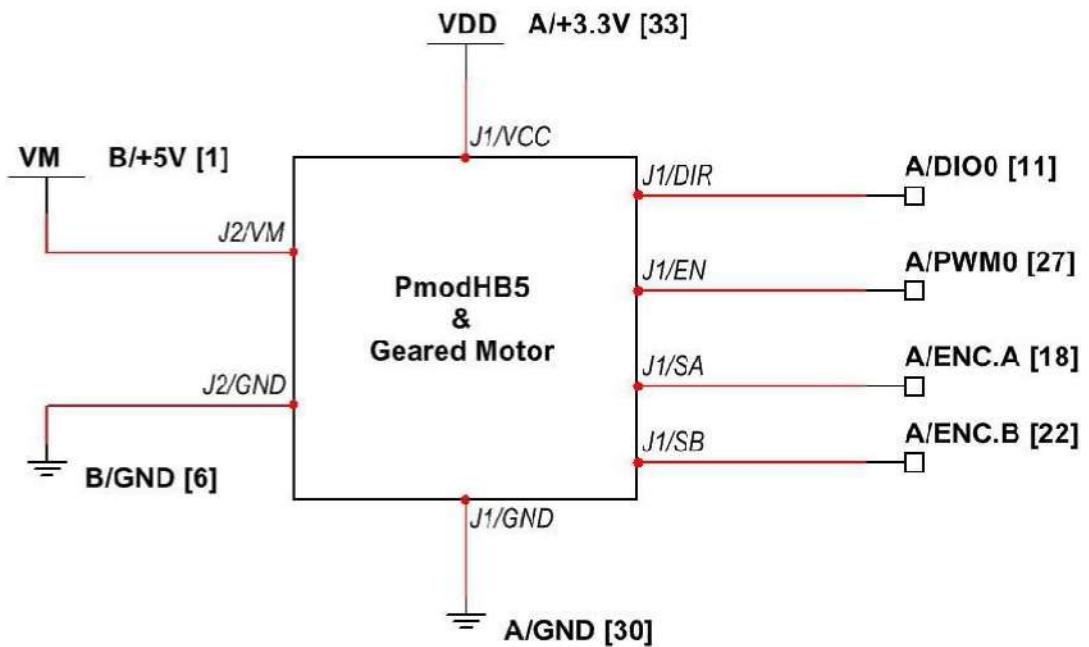


Рисунок 24. Схема подключения Н-моста и мотор-редуктора

Сначала открывается окно Deployment Process (Процесс развертывания), в котором отображается процесс компиляции и развертывания (загрузки) проекта на устройство NI myRIO перед запуском ВП.

Примечание. Установите флажок Close on successful completion (Закрыть окно после завершения процесса), чтобы ВП запускался автоматически.

Нажмите кнопку Enable (Включить) и перемещайте ползунок PWM duty (Рабочий цикл ШИМ) до тех пор, пока ротор двигателя не начнет вращаться. При вращении ротора электродвигателя величина счетчика Counter Value будет изменяться в положительном направлении, если на индикаторе направления Counter Direction (Направление вращения) отображается значение Counting Up (Прямое). Продолжайте перемещать ползунок для увеличения скорости двигателя.

Верните ползунок в нулевое положение, а затем переместите вниз до отрицательного значения. Индикатор направления будет отображать Counting Down (Обратное), а величина счетчика будет уменьшаться.

Нажмите кнопку Reset Counter (Сброс счетчика) и поэкспериментируйте со скоростью электродвигателя. Учитывайте, что теперь счетчик отображает скорость, показывая число тактов за интервал времени 100 мс.

Перемещайте ползунок PWM freq (Частота ШИМ), чтобы изменять частоту импульсов, подаваемых на вход включения Н-моста.

Советы по поиску и устранению неисправностей. Результаты не соответствуют ожиданиям? Проверьте следующее:

- Индикатор питания на NI myRIO горит.
- Кнопка Run (Запуск) на панели инструментов окрашена в черный цвет, что соответствует рабочему режиму ВП.
- Выбраны правильные контакты разъема MXP — убедитесь, что для сигналов регулирования и датчиков Н-моста используется разъем A и подключены соответствующие контакты.
- Выбраны правильные клеммы PmodHB5 — перепроверьте соединения и убедитесь, что входы датчиков NI myRIO не перепутаны местами; кроме того, проверьте полярность подключенного кабеля питания.

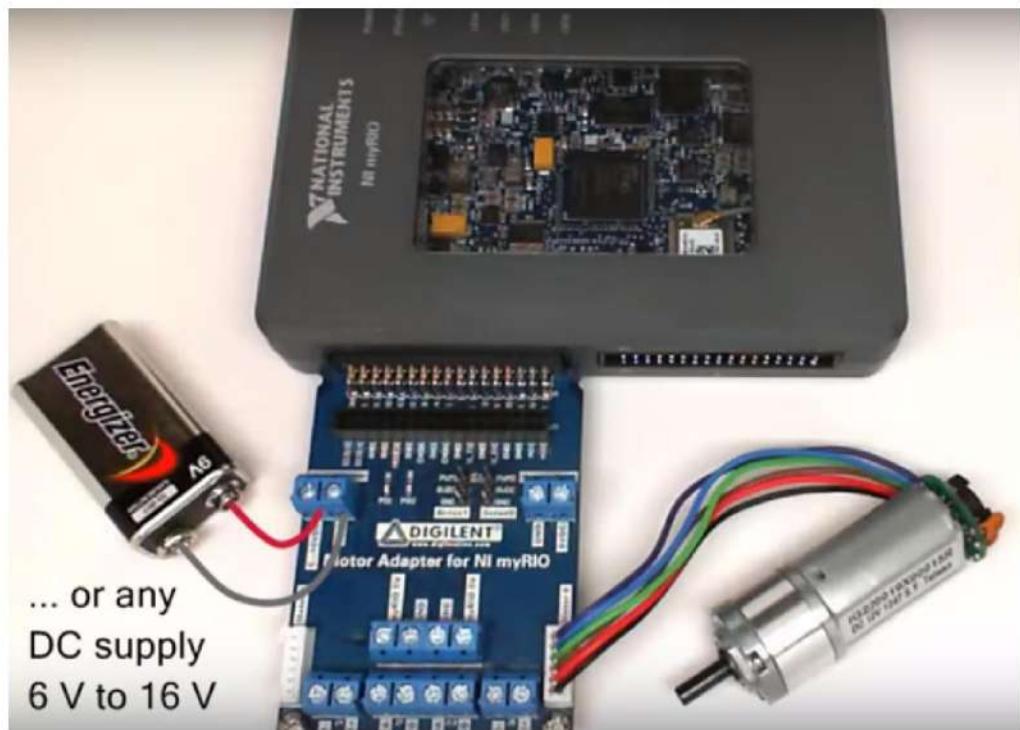


Рисунок 25. Подключение DC мотора к драйверу

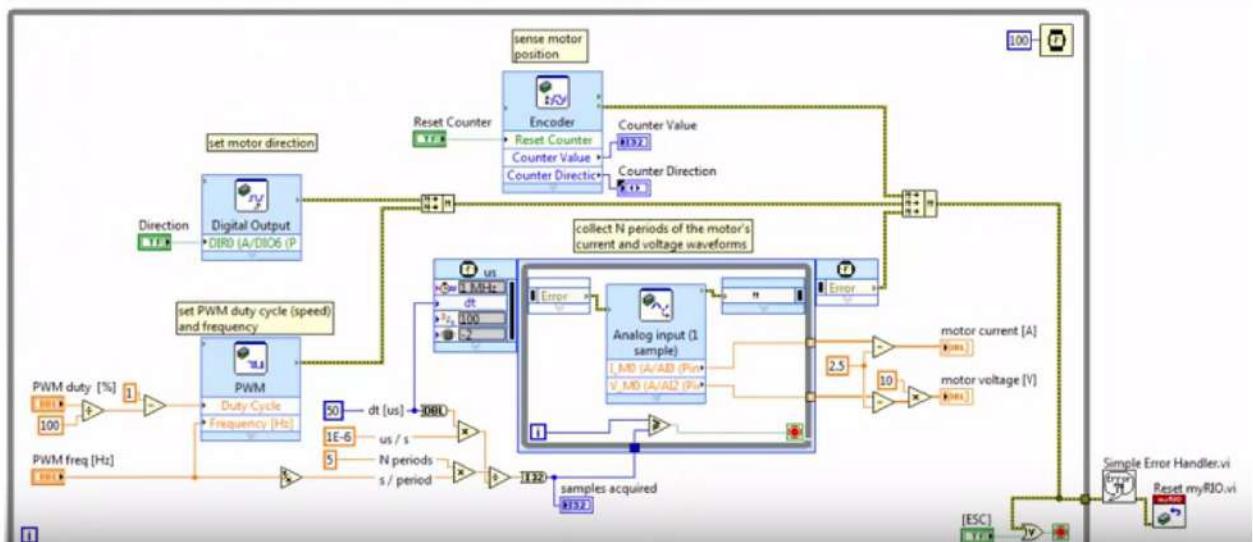


Рисунок 26. Код программы работы Н-моста и мотор-редуктора

4.3 ИК-дальномер

Инфракрасный (ИК) дальномер определяет расстояние между датчиком и отражающей поверхностью цели с использованием отраженного луча света инфракрасного спектра. Расстояние до объекта обратно пропорционально выходному напряжению ИК-дальномера. К областям применения ИК-дальномера относятся измерение расстояния и обнаружение объектов в

робототехнике, распознавание приближения и бесконтактное переключение.

На рисунке 27 показан ИК-дальномер из набора мехатроники NI.

В схеме подключения используются три соединения с разъемом MXP B на устройстве NI myRIO:

1. Питание 5 В → B/+5 В (контакт 1)
2. Заземление → B/GND (контакт 6)
3. Выходной сигнал → B/AI0 (контакт 3)

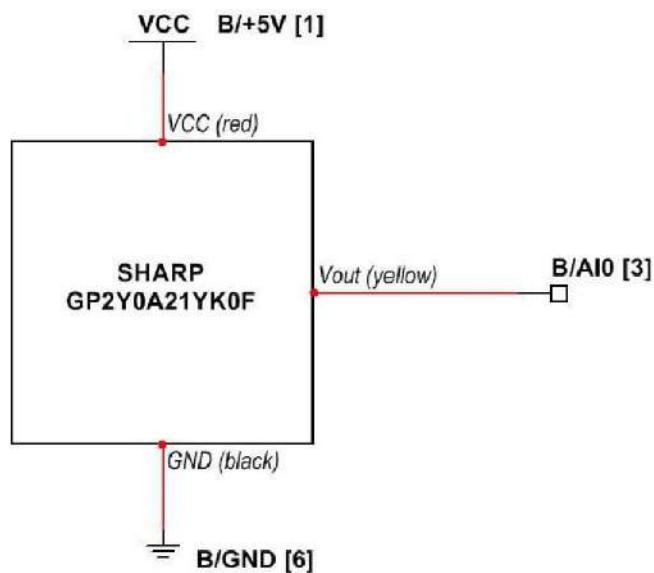


Рисунок 27. Схема подключения ИК-дальномера

Сначала открывается окно Deployment Process (Процесс развертывания), в котором отображается процесс компиляции и развертывания (загрузки) проекта на устройство NI myRIO перед запуском ВП.

ПРИМЕЧАНИЕ. Установите флажок Close on successful completion (Закрыть окно после завершения процесса), чтобы ВП запускался автоматически.

Ожидаемый результат. На демонстрационном ВП отображается выходное напряжение ИК-дальномера и расстояние в сантиметрах до отражающей поверхности. Измерьте линейкой расстояние от боковой стороны датчика до отражающей поверхности, расположенной на расстоянии от 0 до 80 см. Сопоставьте измеренное расстояние с известным расстоянием: насколько точны показания дальномера?

Запишите напряжение VO датчика, расположив объект на известном расстоянии R в пределах 10–40 см, определите калибровочный коэффициент $Kscale = R \times VO$, а затем введите его величину в регулятор Kscale [см-В] на лицевой панели. Повторите предыдущее измерение расстояния. Точность измерения повысилась?

Поместите объект на расстоянии менее 10 см. Можно заметить, что отображаемое расстояние начинает увеличиваться, хотя объект находится в непосредственной близости к датчику. Этот недостаток можно устранить, установив датчик таким образом, чтобы расстояние до ближайшего целевого объекта превышало 10 см. Например, для робота на платформе размещайте датчик подальше от края платформы.

Наведите камеру смартфона или веб-камеру на ИК-дальномер. При съемке цифровой камерой инфракрасный свет выглядит синим. Нажмите кнопку Stop (Остановить) или клавишу Esc, чтобы остановить ВП и сбросить состояние устройства NI myRIO, при этом все контакты цифровых входов-выходов myRIO переключаются в режим входа.

Советы по поиску и устраниению неисправностей. Результаты не соответствуют ожиданиям? Проверьте следующее.

- Индикатор питания на NI myRIO горит.
- Кнопка Run (Запуск) на панели инструментов окрашена в черный цвет, что соответствует рабочему режиму ВП.
- Выбраны правильные контакты разъема MXP — убедитесь, что используется разъем В и подключены соответствующие контакты.

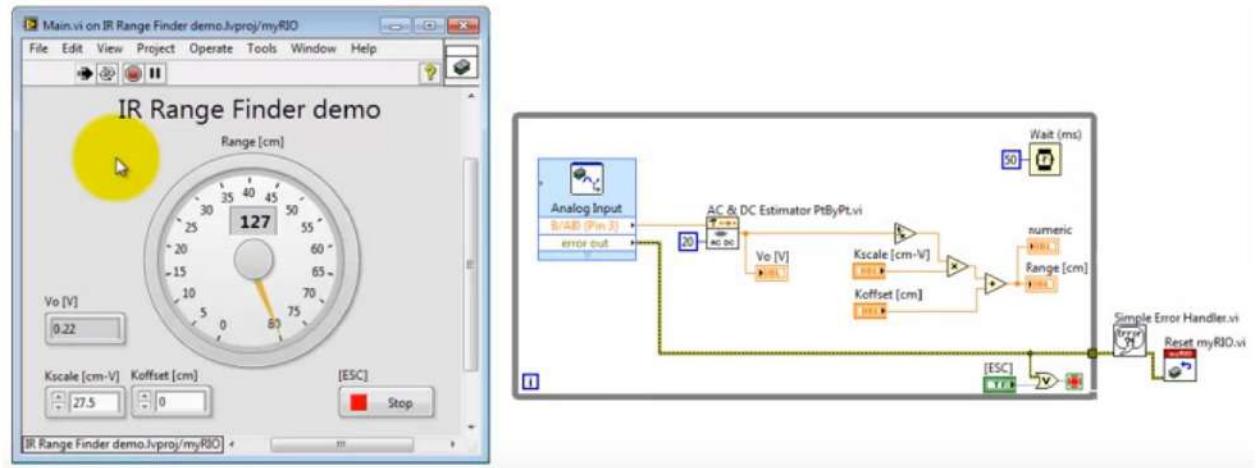


Рисунок 28. Код программы работы ИК-дальномера

4.4 Ультразвуковой дальномер

Ультразвуковой дальномер осуществляет измерение продолжительности прямого и обратного прохождения коротких звуковых импульсов, отраженных от объекта, частота которых лежит за пределами человеческого восприятия (42 кГц). Умножив продолжительность прохождения на скорость звука в воздухе, можно узнать расстояние до объекта. Области применения ультразвукового дальномера: бесконтактное измерение расстояния, обнаружение предметов, распознавание приближения и построение карт в задачах робототехники. В схеме подключения ультразвукового дальномера используются три соединения с разъемом MXP A на устройстве NI myRIO:

2. GND → A/GND (контакт 30)
3. TX → A/UART.RX (контакт 10)

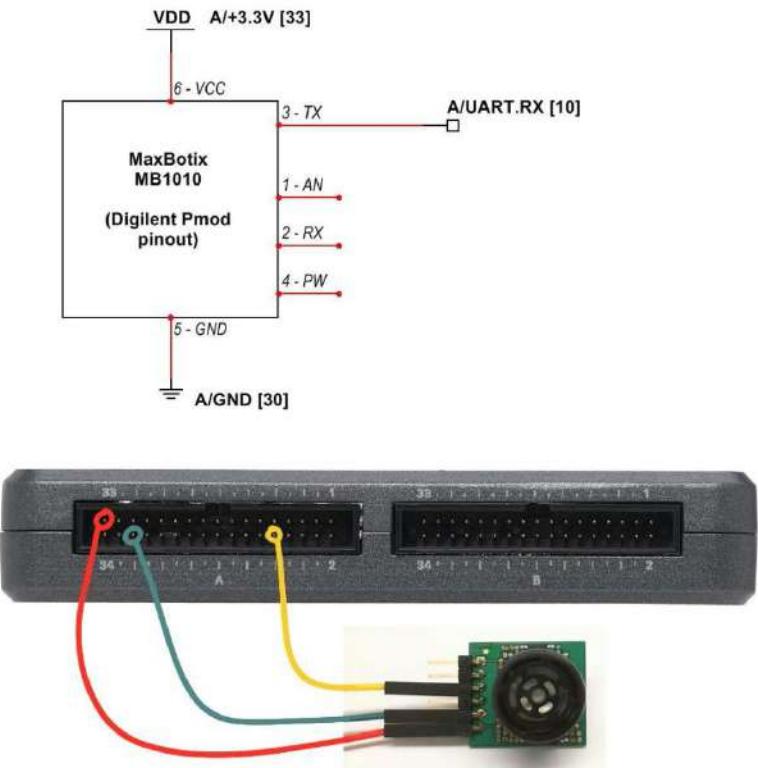


Рисунок 29. Схема подключения ультразвукового дальномера

Сначала открывается окно Deployment Process (Процесс развертывания), в котором отображается процесс компиляции и развертывания (загрузки) проекта на устройство NI myRIO перед запуском ВП.

ПРИМЕЧАНИЕ. Установите флажок Close on successful completion (Закрыть окно после завершения процесса), чтобы ВП запускался автоматически.

Ожидаемый результат. На демонстрационном ВП измеренное расстояние отображается на ползунке и на цифровом дисплее. Выводимые символы, генерируемые платой MB1010, отображаются в левом нижнем углу.

Выдерживайте дистанцию не менее 35 см (14 дюймов) при включении дальномера, чтобы выполнить начальную калибровку, а затем разместите объект на известном расстоянии от дальномера. Дальномер должен отобразить соответствующее расстояние до объекта (в дюймах).

Поднесите объект как можно ближе к датчику (менее 15 см (6 дюймов)). Обратите внимание на то, как дальномер реагирует на минимальное расстояние в 15 см (6 дюймов).

Дважды щелкните на верхней границе ползунка и задайте значение 254 — это максимальное измеряемое расстояние для MB1010 (в дюймах). Направьте дальномер на пустое пространство с дальностью не менее 6,7 м (22 фута). Отображается ли максимальное измеряемое расстояние?

Используйте объекты различной толщины, например ручку или карандаш. Дальномер «не видит» мелкие объекты на большом расстоянии.

Расположите объект немного в стороне. Луч ультразвукового датчика похож на луч фонарика — узкий возле самого датчика, расширяется при отдалении. Попробуйте определить ширину луча на различном расстоянии.

Нажмите кнопку Stop (Остановить) или клавишу Esc, чтобы остановить ВП и сбросить устройство NI myRIO.

Советы по поиску и устраниению неисправностей. Результаты не соответствуют ожиданиям? Проверьте следующее.

- Индикатор питания на NI myRIO горит.
- Кнопка Run (Запуск) на панели инструментов окрашена в черный цвет, что соответствует рабочему режиму ВП.
- Выбраны правильные контакты разъема MXP — убедитесь, что используется разъем A и подключены соответствующие контакты.
- Используются правильные клеммы разъема дальномера MB1010 — перепроверьте все соединения и убедитесь, что линия RX интерфейса UART на устройстве NI myRIO подключена к клемме TX на дальномере MB1010; кроме того, проверьте полярность подключенного кабеля питания.

Датчик ультразвукового дальномера MaxBotix MB1010 (или LV-MaxSonar-EZ1) создает короткие звуковые импульсы, которые отражаются от объекта и обнаруживаются этим же датчиком.

Произведение времени прохождения и скорости звука равно расстоянию до объекта. Дальномер MB1010 передает результат измерения расстояния

через интерфейс UART в цифровом формате, через аналоговый выход и ШИМ-выход.

4.5 Акселерометр

Акселерометр измеряет положение встроенной подвешенной ускоряемой массы и передает данные о перемещениях этой массы в единицах ускорения «g», где $1g = 9,81 \text{ м/с}^2$. Акселерометры измеряют статическое ускорение при использовании в датчиках уровня, поворота и падения, а также динамическое ускорение в задачах по сбору данных об ударах и вибрациях. На рисунке 30 показан акселерометр из набора мехатроники NI myRIO, основанный на трехкоординатном цифровом акселерометре Analog Devices ADXL345 с последовательной шиной передачи данных I2C. ADXL345 отличается высокой универсальностью и включает встроенную функцию обнаружения событий, таких как одиночное и двойное касание, движение и свободное падение.

В схеме подключения используются три соединения через разъем MXP A на устройстве NI myRIO:

1. Питание +3,3 В → A/+3,3 В (контакт 33)
2. Заземление → A/GND (контакт 30)
3. Последовательный канал данных (SDA) → A/I2C.SDA (контакт 34)
4. Последовательный канал синхронизации (SCL) → A/I2C.SCL (контакт 32)
5. Сигнал прерывания 1 → A/DIO0 (контакт 11)
6. Сигнал прерывания 2 → A/DIO0 (контакт 13)

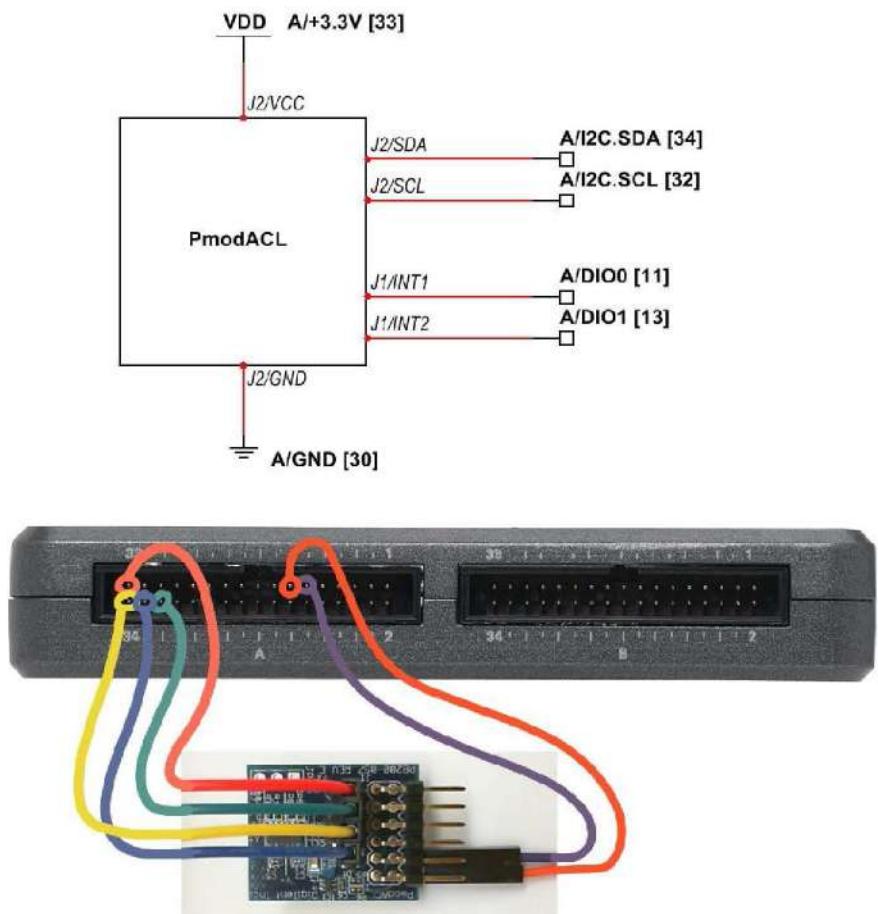


Рисунок 30. Схема подключения акселерометра

Сначала открывается окно Deployment Process (Процесс развертывания), в котором отображается процесс компиляции и развертывания (загрузки) проекта на устройство NI myRIO перед запуском ВП.

ПРИМЕЧАНИЕ. Установите флажок Close on successful completion (Закрыть окно после завершения процесса), чтобы ВП запускался автоматически.

Ожидаемый результат. На демонстрационном виртуальном приборе отображаются значения трехкоординатного акселерометра в виде 6 байт, полученных через регистры DATA акселерометра, трех целых чисел со знаком, полученных из комбинации двух байт на каждую координатную ось, и график. Вскоре будет показано, как преобразовывать эти величины в единицы «g». На виртуальном приборе также отображается содержимое регистра INTERRUPT_SOURCE. Перед запуском основного цикла ВП

выполняет настройку регистров акселерометра на соответствующую пропускную способность, разрешающую способность, диапазон, а также на режим обнаружения одиночного касания в направлении оси X.

Запустите ВП, встряхните акселерометр и просмотрите показания на лицевой панели. Внимательно рассмотрите плату PmodACL и найдите метки осей координатной системы X+ и Y+. Встряхните акселерометр вдоль определенной оси, а затем сопоставьте это движение с отображаемыми данными на лицевой панели. Для координатной системы справедливо правило правой руки, поэтому ось Z+ направлена вверх от верхней стороны платы.

Теперь выполните измерения статического (постоянного) ускорения, характерные для базового уровня измерений в задачах измерения горизонтальности и наклона. Например, приложите кромку платы с меткой X+ к горизонтальной поверхности, а затем начните покачивать плату туда-сюда, наблюдая за данными на лицевой панели. Как изменяется знак отображаемой координаты X? Запомните положение платы, в котором ускорение максимально отклоняется от нуля. Как при помощи измерения статического ускорения создать датчик наклона, представляющий результат смещения относительно центра в градусах?

Наконец, постучите платой по столу или пальцем по краю лежащей на столе платы. Встроенный индикатор LED0 на NI myRIO загорится, сообщая об обнаружении события одиночного касания вдоль оси X. Обнаружение одиночного касания включено вдоль оси X. Повторите касание в направлении трех разных осей и проанализируйте за индикатором.

Нажмите кнопку Stop (Остановить) или клавишу Esc, чтобы остановить ВП и сбросить устройство NI myRIO.

Советы по поиску и устранению неисправностей. Результаты не соответствуют ожиданиям? Проверьте следующее.

- Индикатор питания на NI myRIO горит.

- Кнопка Run (Запуск) на панели инструментов окрашена в черный цвет, что соответствует рабочему режиму ВП.
- Выбраны правильные контакты разъема MXP — убедитесь, что используется разъем A и подключены соответствующие контакты.
- Используются правильные клеммы разъема PmodACL — перепроверьте соединения и убедитесь, что линия SDA шины I2C на NI myRIO подключена к клемме SDA разъема J2 на PmodACL, а линия SCL подключена к клемме SCL; кроме того, проверьте полярность подключенного кабеля питания.
- Клеммы сигнала прерывания PmodACL подключены к цифровым линиям NI myRIO — величины на лицевой панели изменяются только в ответ на прерывание data ready.

Схема подключения. Трехкоординатный акселерометр Analog Devices ADXL345, используемый в плате PmodACL, поддерживает последовательный интерфейс шины I2C (который называют просто I2C); ADXL345 также поддерживает последовательный интерфейс SPI, но в этой главе рассматривается только использование интерфейса шины I2C. Акселерометр ADXL345 имеет два выхода прерывания, обозначенные INT1 и INT2. Эти контакты предоставляют доступ к восьми различным источникам сигналов прерывания, которые могут включаться при необходимости. Три величины ускорения и множество различных настроек доступны посредством 30 адресуемых регистров.

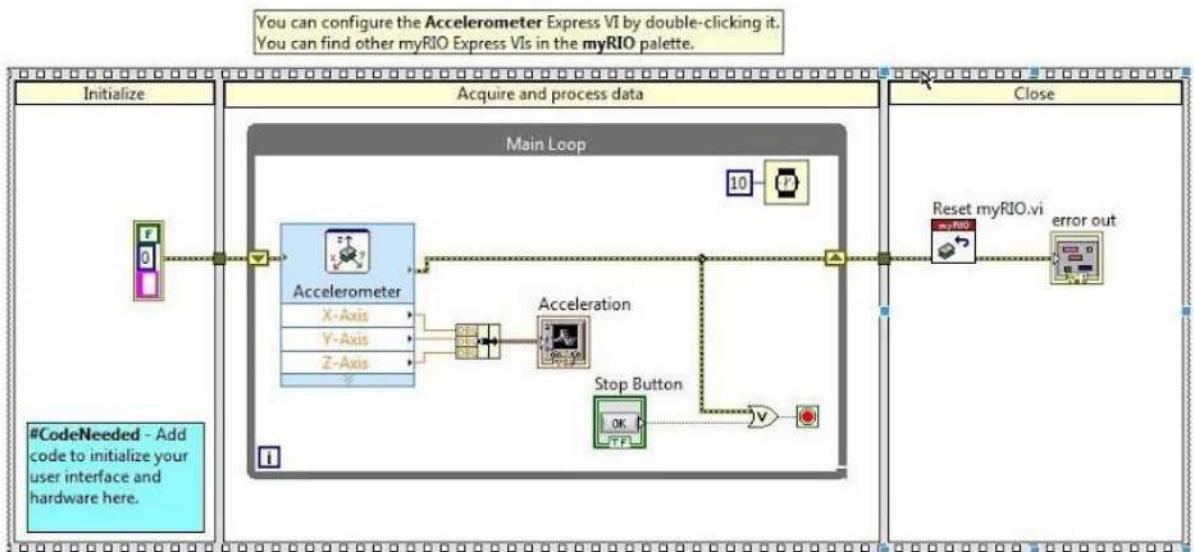


Рисунок 31. Код программы работы акселерометра

4.6 Гироскоп

Гироскоп предназначен для измерения угловой скорости (частоты вращения) вокруг оси вращения. Скорость указывается в градусах в секунду, а интеграл этой величины равен углу поворота. При установке на платформе робота трехкоординатный гироскоп обеспечивает возможность пространственного позиционирования (углы поворота вокруг поперечной, продольной и вертикальной осей) и предоставляет полезные сведения для поддержания устойчивости машины. На рисунке 32 показан гироскоп из набора мехатроники NI myRIO, основанный на трехкоординатном цифровом гироскопе STMicroelectronics L3G4200D с последовательной шиной передачи данных I2C.

В схеме используются 6 соединений с разъемом MXP A на NI myRIO:

1. Питание +3,3 В → A/+3,3 В (контакт 33)
2. Заземление → A/GND (контакт 30)
3. Последовательный канал данных (SDA) → A/I2C.SDA (контакт 34)
4. Последовательный канал синхронизации (SCL) → A/I2C.SCL (контакт 32)
5. Сигнал прерывания 2 → A/DIO0 (контакт 11)
6. Сигнал прерывания 1 → A/DIO0 (контакт 13)

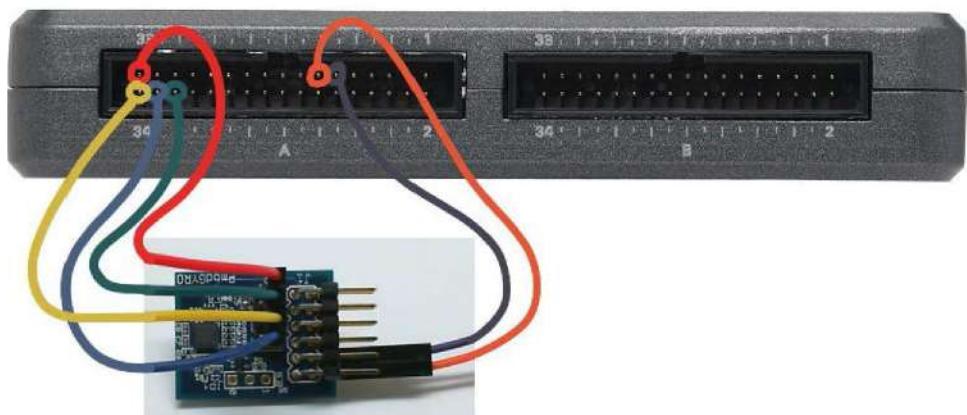
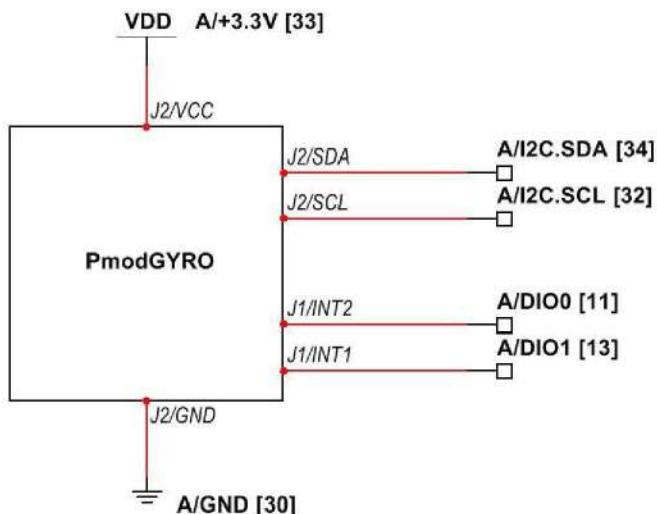


Рисунок 32. Схема подключения гироскопа

Сначала открывается окно Deployment Process (Процесс развертывания), в котором отображается процесс компиляции и развертывания (загрузки) проекта на устройство NI myRIO перед запуском ВП.

ПРИМЕЧАНИЕ. Установите флажок Close on successful completion (Закрыть окно после завершения процесса), чтобы ВП запускался автоматически.

Ожидаемый результат. На демонстрационном виртуальном приборе отображаются 6 байт данных гироскопа L3G4200D, форматированные данные в виде 16-битных целых чисел со знаком, а также график, на котором приведена история изменения всех трех угловых скоростей гироскопа. Кроме того, на ВП отображаются проинтегрированные величины угловой скорости,

равные относительному углу поворота. Интеграторы можно обнулить, щелкнув два раза кнопку *reset integrator*.

Возьмите плату PmodGYRO правой стороной вверх, надпись PmodGYRO должна находиться в правом нижнем углу. Ось X направлена вправо, ось Y — вверх, а ось Z направлена от платы вверх. Поверните плату вокруг каждой из трех осей. Вращение против часовой стрелки соответствует положительному направлению на угловой скорости на дисплее (вверху лицевой панели ВП). Что происходит при изменении скорости вращения?

В нижней части лицевой панели ВП расположены поля для отображения угла поворота. Удерживайте плату PmodGYRO в начальном положении, а затем нажмите два раза кнопку сброса интегратора. Проверните плату вокруг одной оси, а затем поверните обратно в исходное положение. Можно заметить, что угол поворота изменяется до большого положительного или отрицательного значения, а затем возвращается к прежнему значению.

Выходной сигнал гироскопа L3G4200D подвержен эффекту т. н. дрейфа нулевого уровня. Положите плату PmodGYRO на стол и сбросьте интегратор. Величины угловой скорости могут вызывать затруднения при считывании, но углы поворота внизу экрана изменяются линейно, начиная с нуля. Даже когда гироскоп полностью неподвижен (нулевой сигнал), выходной сигнал сохраняет некоторый остаточный уровень (дрейф нулевого уровня), в результате чего величина на выходе интегратора непрерывно растет. Оценить дрейф нулевого уровня можно следующим образом: сбросьте интегратор, подождите некоторые время, например 1 минуту (60 секунд), остановите ВП, а затем разделите отображаемый угол поворота на 60. Сравните эту величину с отображаемыми числами на индикаторе угловой скорости. Пределы графика угловой скорости можно изменить, дважды щелкнув по верхней и нижней величинам на оси амплитуды с надписью *amplitude*. Установите более узкий диапазон, чтобы лучше разглядеть выходные характеристики гироскопа, а именно дрейф нулевого уровня и уровень высокочастотного шума.

Индикатор LED0 на NI myRIO отображает подаваемый гироскопом сигнал прерывания при достижении порогового значения верхнего ограничения по оси Z. Чрезмерно быстрое вращение вокруг оси Z приводит к активации этого индикатора.

Нажмите кнопку Stop (Остановить) или клавишу Esc, чтобы остановить ВП и сбросить устройство NI myRIO.

Советы по поиску и устранению неисправностей. Результаты не соответствуют ожиданиям? Проверьте следующее.

- Индикатор питания на NI myRIO горит.
- Кнопка Run (Запуск) на панели инструментов окрашена в черный цвет, что соответствует рабочему режиму ВП.
- Выбраны правильные контакты разъема MXP — убедитесь, что используется разъем A и подключены соответствующие контакты.
- Используются правильные клеммы разъема PmodGYRO — перепроверьте соединения и убедитесь, что линия SDA шины I2C на NI myRIO подключена к клемме SDA разъема J2 на PmodGYRO, а линия SCL подключена к клемме SCL; кроме того, проверьте полярность подключенного кабеля питания.
- Клеммы сигнала прерывания PmodGYRO подключены к цифровым линиям NI myRIO — величины на лицевой панели изменяются только в ответ на прерывание data ready.

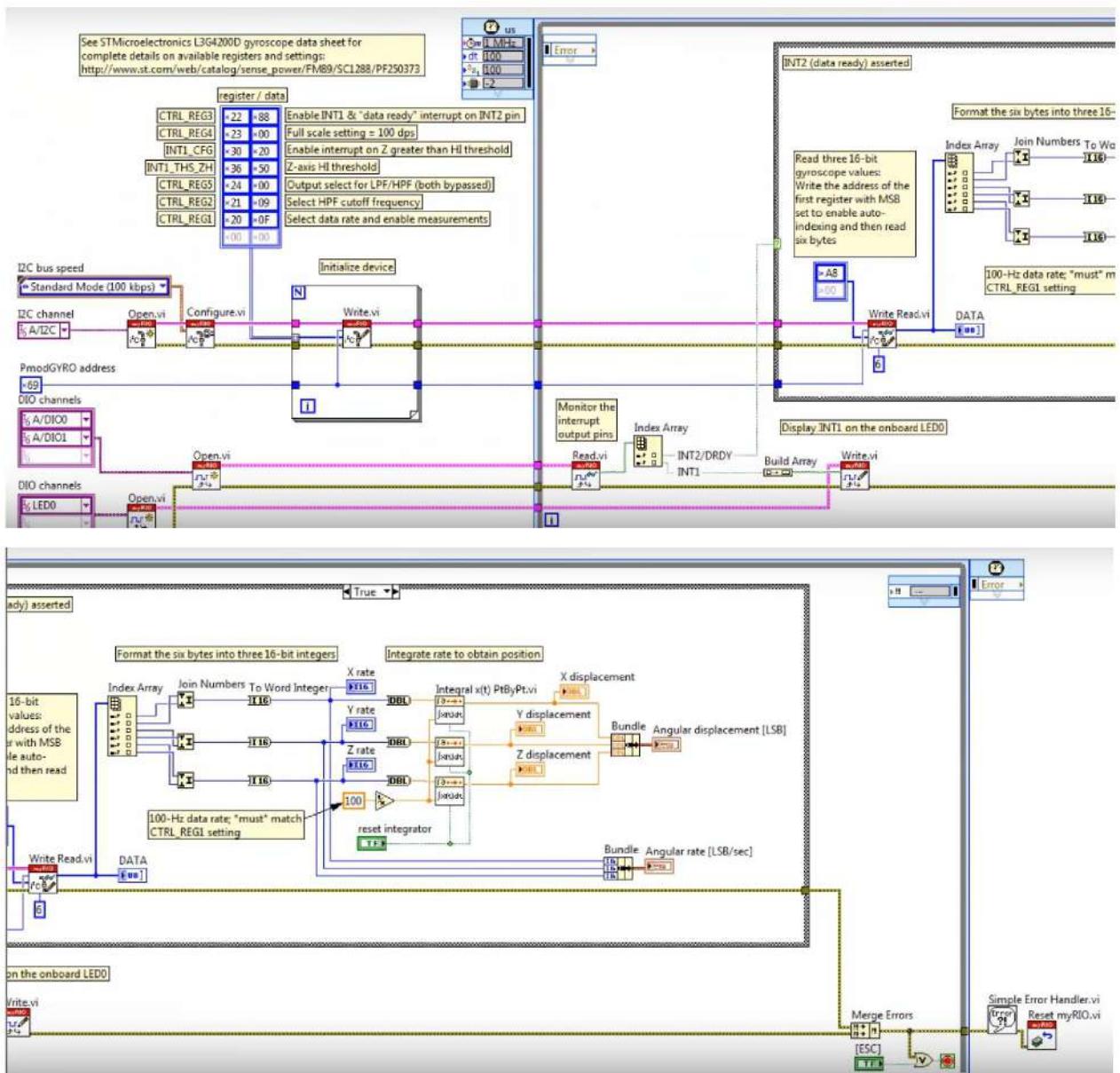


Рисунок 33,34. Код программы работы гироскопа

Заключение

Учебное пособие предназначено для студентов всех курсов, особенно для студентов, участвующих в практических работах и исследованиях. Желательно иметь базовые знания в электротехнике и компьютерной инженерии, однако учебный материал доступен и понятен учащимся по другим направлениям.

Учебное пособие состоит из 4 основных частей: в первой части описывается история возникновения чемпионата WorldSkills в мире и в России и описание компетенции "Мобильная робототехника".

Во второй и третьей части описана платформа NI myRIO и графическая среда разработки приложений LabVIEW, так как это оборудование входит в официальный комплект оборудования для соревнований STUDICA. Указаны основные элементы платформы и значение каждого вывода платформы. Описаны основные функции LabVIEW, принцип работы каждой функции.

В четвертой части описываются компоненты и устройства, поставляемые в начальном наборе, наборе мехатроники и наборе встраиваемых систем NI myRIO. Данная часть предоставляет различные идеи комплексных проектов, в которых используются два и более устройства и компонента; наконец, в этой части приведены схемы разъемов NI myRIO и руководство по созданию независимых приложений (приложение запускается незамедлительно при включении питания NI myRIO).

Список использованных источников

1. Эд Доуринг (Ed Doering). Базовое руководство по проектам NI myRIO. Департамент электротехники и компьютерной инженерии, Технологический институт Роуз-Халман. National Technology and Science Press, 2014 г
2. Афонин, В.Л. Интеллектуальные робототехнические системы: курс лекций / В.Л. Афонин, В.А. Макушкин. - М.: Интернет-Ун-т Информ. Технологий, 2009. - 199 с.
3. Григорченков, Н.И. Состояние и перспективы развития робототехники на Барнаульском заводе механических прессов/ Н.И. Григорченков // Кузнеч. - штамповоч. пр-во. 1992. - N 11/12. - С.89.
- Гилмор, Ч. Введение в микропроцессорную технику / Ч. Гилмор. - М.: Мир, 1984. - 314 с.
4. Ивановский, Александр Владимирович. Начала робототехники: материал технической информации / А.В. Ивановский. Минск: Вышэйш. шк., 1988. - 219 с. .Интеллектуальные роботы: учеб. пособие по направлению "Мехатроника и робототехника" / И.А. Каляев [и др.]; под общ. ред. Е.И. Юревича. М.: Машиностроение, 2007. - 360 с.
5. Конюх, Владимир Леонидович. Основы робототехники: учеб. пособие для вузов по направлениям подготовки 220300 "Автоматизация технол. процессов и пр-в" и 220400 "Мехатроника и робототехника" / В.Л. Конюх - Ростов н/Д: Феникс, 2008. - 282 с.
6. Подураев, Юрий Викторович. Мехатроника: основы, методы, применение: учеб. пособие по специальности "Мехатроника" направления подготовки "Мехатроника и робототехника" / Ю.В. Подураев. 2-е изд., стер. - М.: Машиностроение, 2007. - 255 с.
7. LabVIEW для всех / Джейфри Тревис: Пер. с англ. Клушин Н. А. - М.: ДМК Пресс; ПриборКомплект, 2005. - 544 с.; ил.