

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
С чего начать	11
▼ Урок 1. Некоторые сведения о NXT	13
В этом уроке даются основные представления о том, как устроен NXT внутри. Рассказывается о возможных сценариях, стратегиях программирования NXT в LabVIEW. Представлен ряд датчиков, с которыми будем работать далее, а также перечислены датчики сторонних фирм.	
А. Как устроен NXT внутри	13
В. Датчики и мотор, с которыми будем работать	16
С. Датчики сторонних фирм для NXT	17
▼ Урок 2. Введение в LabVIEW	21
В этом уроке даются основные представления о программной среде LabVIEW.	
А. Программная среда LabVIEW	21
В. Виртуальные приборы (ВП)	22
С. Пример оформления ВП в среде LabVIEW	24
▼ Урок 3. Создание ВП	40
В этом уроке более подробно представлены основы создания и редактирования ВП. Материал данного урока может стать подробным справочным материалом для знакомства с инструментальными панелями и палитрами LabVIEW. К уроку можно обращаться по мере необходимости использования инструментария LabVIEW. Для быстрого старта этот урок можно пропустить.	
А. Инструментальная панель лицевой панели	40
В. Компоненты ВП	49

С. Создание ВП.....	53
D. Редактирование ВП	54
E. Упражнение 3-1. ВП Редактирование	61

▼ Урок 4. Простые программы для NXT.....66

В этом уроке рассказывается, как настроить NXT для подготовки его работы с LabVIEW. Здесь рассмотрены два примера программ для NXT, работающего автономно.

A. Настроим NXT для работы с LabVIEW	67
B. Простые программы для NXT в среде LabVIEW.....	69
Упражнение 4-1. Вывод информации на дисплей NXT.....	69
Упражнение 4-2. Движение робота по простой программе.....	73

▼ Урок 5. Данные в LabVIEW..... 78

В этом уроке рассматриваются основные типы данных. Обсуждается вопрос соединения различных терминалов данных, установки точности и формата представления числовых данных. Подробнее изучается логический тип данных.

A. Последовательность обработки данных в LabVIEW	78
B. Типы и проводники данных.....	80
C. Упражнение 5-1. ВП с данными логического типа	83
D. Упражнение 5-2. ВП с данными логического типа для NXT	86

▼ Урок 6. Алгоритмическая структура «цикл» While в LabVIEW..... 90

В этом уроке рассмотрена структура цикл While (по условию), разобран простой пример программы для робота с бесконечным циклом, разобран пример программы с циклом While (по условию), с установкой диапазона изменения данных и количества знаков после запятой в данных.

A. Использование цикла While (по условию) бесконечный цикл.....	91
Упражнение 6-1. ВП отслеживания одиночного показания энкодера мотора	91
Упражнение 6-2. ВП отслеживания показания энкодера мотора в режиме online.....	92
B. Использование цикла While (по условию).....	95
C. Упражнение 6-3. ВП использования графика диаграмм для отображения потока данных. Отслеживание показания датчика	

звук в режиме online.....	98
D. Упражнение 6-4. ВП для робота следующего заданной траектории	101
Инструкция, как загрузить программу с PC на NXT	105

▼ Урок 7. Алгоритмическая структура «цикл» со счетчиком. Доступ к значениям предыдущих итераций цикла в LabVIEW 110

Структура цикл While (по условию) подробно была рассмотрена в уроке 6. В этом уроке рассмотрены цикл For (с фиксированным числом итераций), а также функции доступа к значениям предыдущих итераций. В этом уроке познакомимся с функцией Shift Register (сдвиговый регистр) и со стеком сдвиговых регистров и упомянем о Feedback Node (узле обратной связи).

A. Использование цикла For (с фиксированным числом итераций).....	111
B. Организация доступа к значениям предыдущей итерации цикла	115
Упражнение 7-1. Подсчет суммы цифр в записи целого числа	117
Упражнение 7-2. Радар для определения скорости	120
C. Организация доступа к значениям предыдущих итераций цикла	124
Упражнение 7-3. Использование графика диаграмм для отображения нескольких потоков данных. ВП отслеживания показания датчика звука и «бегущего среднего» в режиме online	126

▼ Урок 8. Основные типы структур. Логическая структура «выбор» 130

В этом уроке рассматриваются основные типы структур LabVIEW при программировании NXT. Изучаются подробно логическая функция «выбор» и логическая структура «выбор». Приведены примеры использования этих структур.

A. Основные типы структур. Структуры для NXT	130
B. Логическая функция «выбор»	133
Упражнение 8-1. ВП деления чисел	134
C. Логическая структура Case «выбор»	136
Упражнение 8-2. ВП подсчета числа нажатий датчика касания.....	138
D. Использование вложенных структур Case «выбор».....	142
Упражнение 8-3. Робот обходит препятствия, получая сигналы от двух датчиков касания.....	142

▼ Урок 9. Кластеры 148

В этом уроке рассказывается об объединении элементов различных типов данных в кластеры. Описано, как создать кластер из элементов управления или отображения данных, каков порядок элементов в кластере. Описана процедура создания кластера констант.

- A. Что такое кластеры 148
- B. Использование функций работы с кластерами 151
- C. Упражнение 9-1. ВП работы с кластерами на NXT 155

▼ Урок 10. Строки и файловый ввод/вывод 162

В этом уроке рассказывается о функциях работы с файлами, которые обеспечивают ввод данных в файл и вывод данных из файла. Будем рассматривать работу с файлами, которые расположены непосредственно на NXT, и с файлами с данными на PC.

- A. Строки. Создание строковых элементов управления и отображения данных 162
- B. Функции работы со строками 164
 - Упражнение 10-1. ВП компоновки строки для NXT 165
- C. Функции файлового ввода на NXT 168
 - Упражнение 10-2. Запись значений в файл на NXT 170
- D. Функции файлового ввода/вывода в LabVIEW 173
 - Упражнение 10-3. Запись значений в файл на PC 176
 - Упражнение 10-4. Чтение из файла и запись в файл 177

▼ Урок 11. Локальные переменные 181

В этом уроке продемонстрируем, как создавать, сохранять и манипулировать локальными переменными. Опишем, как сделать элементы управления и индикации более гибкими и удобными.

- A. Локальные переменные 181
 - Упражнение 11-1. Использование локальной переменной для управления параллельными циклами 183
- B. Упражнение 11-2. Счетчик для голосования на NXT 186
- C. Упражнение 11-3. Система автоматической регистрации результатов для соревнований роботов 189
- D. Упражнение 11-4. Программа для игры «Тир» 194

▼ Урок 12. Передача данных между NXT 198

В этом уроке рассказывается о возможности организации процесса обмена данных между двумя или несколькими NXT. Описаны примеры

передачи показаний датчиков от одного NXT другому. Отображение результатов исследования оформляется с помощью многостраничного контейнера Tab.

- A. Связь компьютера с несколькими NXT..... 198
- B. Упражнение 12-1. Совместная работа двух NXT..... 201
- C. Упражнение 12-2. Совместная работа двух NXT.
Графопостроитель.....207

▼ Урок 13. Создание подпрограмм ВП..... 214

В этом уроке представлена последовательность действий по редактированию иконки ВП, а также настройки соединительной панели (области полей ввода/вывода данных), что позволяет использовать виртуальный прибор как подпрограмму в других ВП.

- A. Модульный принцип построения программ. Узел Формула214
Упражнение 13-1. ВП содержит узлы формул217
- B. Подпрограмма ВП. Создание иконки ВП и настройка соединительной панели.....219
Упражнение 13-2. Управление роботом-сортировщиком с тремя степенями свободы225
- C. Использование виртуального прибора в качестве подпрограммы ВП.....232
Упражнение 13-3. Панель управления для робота-сортировщика 232
- D. Превращение выделенной секции блок-диаграммы ВП в подпрограмму ВП..... 236

▼ Урок 14. Структура данных массивы.....237

В этом уроке рассказывается об объединении элементов одного типа данных в массивы.

- A. Типы и объявление массивов.....237
- B. Создание массивов с помощью цикла..... 238
Упражнение 14-1. Запись показаний датчика в числовой массив.....243
- C. Двумерные массивы и вложенные циклы.....245
- D. Использование функций работы с массивами247
- E. Полиморфизм.....248

▼ Урок 15. Графические возможности языка..... 251

В этом уроке рассмотрены способы визуализации данных с помощью графика с постоянным шагом (Waveform Graph) и двухкоординатного графика (XY graph). В общем случае графики диаграмм следует использовать для вывода на экран скалярных точек, а графики Waveform Graph – для вывода массивов данных.

- A. Использование графика с постоянным шагом252
 - Упражнение 15-1. Вывод массива показаний датчика света на график.....253
 - Упражнение 15-2. Вывод нескольких графиков.....255
- B. Двухкоординатный график для отображения данных.....258
 - Упражнение 15-3. ВП графика окружности258
 - Упражнение 15-4. ВП отображения нескольких зависимостей на одной области графика262

▼ Урок 16. Режим прямого обмена265

В этом уроке рассказывается о режиме прямого обмена между компьютером PC и NXT. Описан пример синхронизированной работы компьютера PC одновременно с несколькими NXT.

- A. Режим прямого обмена265
 - Упражнение 16-1. Запускаем программу на NXT из ВП на PC.....267
- B. Упражнение 16-2. Совместная работа четырех NXT, управляемых компьютером PC270
- C. Упражнение 16-3. Синхронизированная работа четырех NXT, управляемых компьютером PC274

Заключение277

Предисловие

Сейчас вы держите в руках замечательную книгу, которая поможет вам сделать первые шаги по интересному, трудному, но очень увлекательному пути объектно-ориентированного программирования. Эта книга написана для начинающих, для самых начинающих – для школьников. Мы будем постигать основы программирования на LabVIEW, используя замечательный микрокомпьютер NXT с датчиками и активными устройствами, из которых получается робот, автономное, мобильное устройство, работающее по программе, которую мы составим на языке LabVIEW. Нам повезло. Из LEGO MINDSTORMS NXT оборудования можно создать реальное устройство, которое будет действительно выполнять наши задания.

Сразу внесем ясность. Нашей задачей не является научить строить роботы. Конструировать научить довольно трудно. Каждый идет своей дорогой, у каждого есть свои предпочтительные узлы крепления конструкции и этапы создания самой конструкции. Многому можно научиться только многократным переделыванием конструкции. Некоторые, таланты, видят конструкцию сразу. По многолетнему опыту работы с ребятами – робототехниками разных возрастов, можем сделать вывод: сборка модели по инструкции отвергается в 90% случаев. Молодые амбициозны, у них нет авторитетов. Они уверены в себе и считают, что сделают все сами лучше. Поэтому в книге приведены лишь каркасы моделей и не описывается, как их собрать. Наша задача – научить тому, как заставить роботов выполнять задания и упражнения, как написать программу. Написание программ – процесс творческий. И для одного и того же задания можно составить несколько вариантов работающих программ. Но, освоив принципы программирования, разобрав примеры, можно

самому пуститься в увлекательное творчество и что-то упростить, быть может, или придумать свой, нетривиальный код.

Язык LabVIEW не похож на другие известные языки программирования. У него графический интерфейс. И все наши программы – рисунки-схемы, приводящие в движение роботов.

Что же это за язык – LabVIEW? Среда LabVIEW совершенствуется уже почти двадцать лет. В соответствии со своим названием LabVIEW, или *Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench* (среда разработки виртуальных приборов), первоначально использовалась в исследовательских лабораториях. В настоящее время наряду с этим традиционным применением в фундаментальной науке она используется и в отраслевых промышленных лабораториях и все более широко в образовании – в университетских лабораторных практикумах. А такое свойство LabVIEW, как возможность дистанционного управления экспериментом (по корпоративной сети, или через Интернет), делает эти практикумы теоретически общедоступными, что, в свою очередь, радикально увеличивает доступность качественного образования.

Замечательной особенностью этой среды является то, что основной идеей процесса создания программ будет не КАК – как описать переменные, согласовать типы, описать и инициализировать окошки и задать их свойства и т.д. и т.п. И за всей этой подготовительной работой и многочисленными сложностями, с ней связанными, уже и забыл, что хотел ПРОСТО ВЫВЕСТИ ЗНАЧЕНИЕ на экран в удобной форме. Нашей основной идеей программирования станет – ЧТО МЫ ХОТИМ ПОЛУЧИТЬ. Да, все и сразу. Никакой долгой работы и труда, чтоб получить ту рыбку, золотую рыбку из пруда. А если еще потратить совсем немного сил, чтоб всю нашу работу раскрасить и оформить, как душе угодно, то процесс создания программ совсем будет в радость. В этом месте уже возникает у многих ухмылка, опять адаптация под детей: «рисовалки», наглядность, отсутствие «мохнатого» кода, так радующего глаз профессионалов-программистов. Нет, а управление Марсоходом, не хотите? В 1997 году, когда NASA рассекретила свою программу SOJOURNER ROVER'S, выяснилось, что для обеспечения ориентации, приземления и функционирования космических аппаратов применялась программа LabVIEW National Instruments. Распространение LabVIEW лавинообразно идет по тем направле-

ниям, где требуются сбор сложно структурированной информации, ее сложная обработка и управление системами на основании этих обработанных данных. Раньше это были космос, подводные исследования, военные применения, научные лаборатории, а теперь сюда прибавились медицина, безлюдные полупроводниковые технологии и многие другие, например анализ размеров капелек жира и белка в молоке на молочном заводе или управление атомным реактором – все программы написаны в среде LabVIEW – инженерной среде программирования. Инженер не должен задумываться, как составить программу, его задача – обеспечить выполнение сложного процесса. Работа в нашем случае с простыми периферийными устройствами: датчиками, моторами, лампочками, гудками, – крайне упрощена. Для инженера важны показание прибора и характеристики, которые надо подать на активное устройство, например, направление вращения и мощность мотора. А вот про шины, регистры, адресацию и т.п. думать совсем не надо. Вся наша работа будет построена по принципу KISS – «Keep it simple, stupid!» А само название этого языка созвучно с Love YOU, и непосвященным кажется очень заманчивым такой бренд. Эта среда программирования, сама ее концепция имеет настолько дружелюбный интерфейс, что возможно даже говорить о более глубокой симпатии.

С чего начать?

Эта книга поможет научиться программировать на LabVIEW, если даже нет оборудования. Задачи подобного рода включены в книгу.

1. Прежде всего надо установить на компьютере среду NI LabVIEW Education Edition. Это версия среды, предназначенная для учебных заведений и включающая все необходимые компоненты для освоения азов программирования на LabVIEW.
2. Для счастливых обладателей оборудования LEGO MINDSTORMS NXT, в которое входят микрокомпьютер NXT, моторы и датчики, есть возможность расширить круг решаемых задач. Быть конструкторами экстра-класса совсем не обязательно, для наших опытов нам понадобится только умение закрепить датчики на самоходной тележке робота, основная деталь которой – микрокомпьютер NXT.

3. Чтобы оживить наше оборудование, не надо предпринимать дополнительных шагов. Все необходимые блоки входят в состав данной версии. В этой версии предусмотрена возможность программировать роботов для конструкторов TETRIX и работать с оборудованием Verner Sensor DAQ.

После этого можно начинать программировать.



Урок 1

Некоторые сведения о NXT

В этом уроке даются основные представления о том, как устроен NXT внутри.

Представлен ряд датчиков, с которыми будем работать далее, а также перечислены датчики сторонних фирм.

В этом уроке изложены вопросы:

- A. Как устроен NXT внутри?
- B. Датчики и мотор, с которыми будем работать.
- C. Датчики сторонних фирм для NXT.

A. Как устроен NXT внутри

Микрокомпьютер NXT имеет процессор AT91SAM7S256 архитектуры ARM7, производящийся фирмой ATMEL www.atmel.com. Это младшая модель из ряда процессоров ARM, например на ARM 11 создан всемирно известный i-Phone.

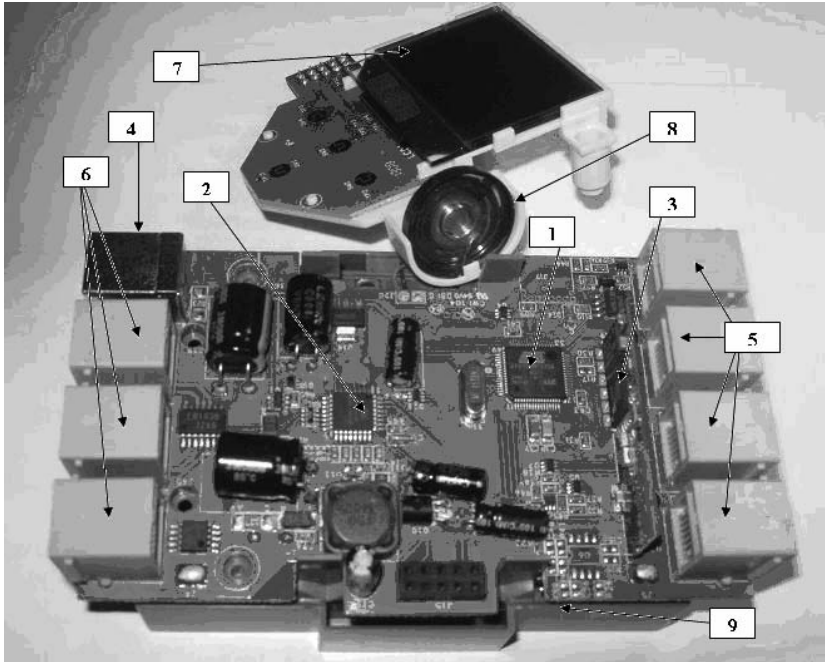
По лицензии ARM 250 фирм по всему миру выпускают 80% процессоров, используемых в видео- и аудиоустройствах, смартфонах, устройствах ввода и вывода информации в науке и на производстве. Потребность в специалистах по программированию подобных процессоров весьма велика. Последние модели GPS-навигаторов высокого пространственного разрешения некоторых фирм используют ARM7 ядро.



Базовый узел NXT (NXT Brick)

Базовый узел NXT представляет собой сборку с выходящими наружу 4 и 3 разъемами типа RJ12 на 6 ламелей, 4 кнопками, графическим черно-белым дисплеем 64×100 пикселей, USB-разъемом, объемом для 6 батареек по 1,5 В или литий-полимерного аккумулятора $6 \times$ по 1,2 В.

Корпус NXT имеет стандартные для Lego узлы крепления навесных элементов, что позволяет оперативно собирать достаточно широкий диапазон устройств. Элементы объединены в гарантированно закрытом корпусе, однако схема электрических соединений внутри корпуса общедоступна. Возможности для сборки необычайно широки – колеса 6 размеров, резиновые гусеницы, червячные передачи, редукторы на практически используемые передаточные числа, пневматические приводы – все это доступно и позволяет собрать мобильный робот на колесном или гусеничном ходу, а также робот-манипулятор.



Внутри базового узла расположены нижеперечисленные элементы:

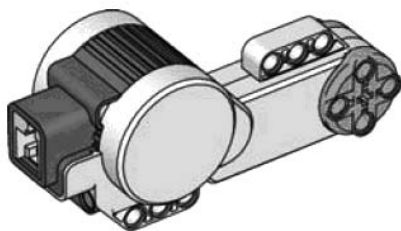
- 1 – 32-bit ARM7 AT91SAM7S256 микроконтроллер 256 Kbytes FLASH, 64 Kbytes RAM;
- 2 – 8-bit AVR микроконтроллер Atmega 48, 4 Kbytes FLASH, 512 Byte RAM память;
- 3 – беспроводной канал Bluetooth (Bluetooth Class II V2.0 compliant);
- 4 – USB скоростной порт (12 Mbit/s);
- 5 – 4 порта входа, 6-wire cable digital platform (один порт включает IEC 61158 Type 4/EN 50 170 порт расширения для использования в дальнейшем);
- 6 – 3 порта вывода, 6-wire cable digital platform;
- 7 – 100×64 pixel LCD графический дисплей;
- 8 – динамик – 8 kHz качество;
- 9 – питание: 6 AA батареек.

В. Датчики для NXT (Mindstorms Education 9797)

В обычной конфигурации к микропроцессору может быть подключены 4 датчика и 3 сервомотора с обратной связью. Датчик может быть датчиком касания, датчиком освещенности, ультразвуковым датчиком расстояния или компасом – датчиком магнитного поля.

Датчик касания	
Датчик освещенности	
Датчик звука	
Сервопривод	
Ультразвуковой датчик	
Компас	

Отдельно рассмотрим конструкцию сервомоторов – они состоят из бюджетного пластмассового корпуса, пластмассового же редуктора с энкодером и электромотора постоянного тока.



4297008
Interactive Servo Motor, NXT

При использовании в программе такого мотора для перемещения робота движения становятся более плавными, поскольку этот блок автоматически выравнивает скорости моторов

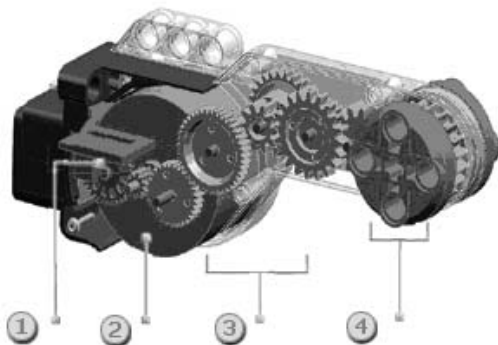
Встроенный датчик вращения

Все сервомоторы имеют встроенные датчики вращения, информация с которых поступает в NXT и позволяет контролировать движение с высокой точностью. Этот датчик измеряет поворот оси мотора либо в градусах (с точностью $\pm 1^\circ$), или в полных оборотах



Конструкция сервомотора

- 1 – Энкодер
- 2 – Электромотор
- 3 – Встроенный редуктор
- 4 – Ступица колеса с отверстием под ось




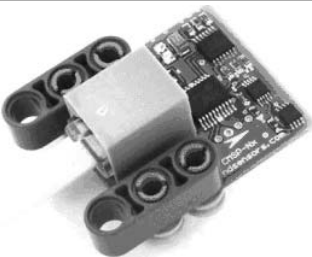
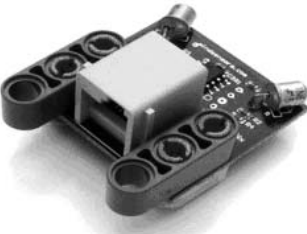
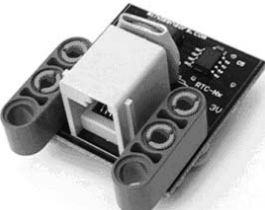
С. Датчики для NXT сторонних изготовителей

Более трех сервоприводов и четырех датчиков можно подключить только через мультиплексоры производства сторонних фирм, напри-

мер mindsensors.com, которая выпускает широкую гамму дополнительных датчиков:

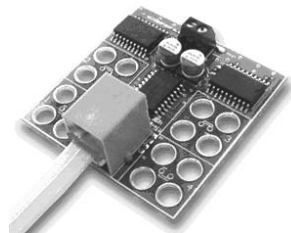
http://www.mindsensors.com/index.php?module=pagemaster&PAGE_user_op=view_page&PAGE_id=57&gclid=COGP7eiFr5gCFQVKtAod_GeWTg

Использование датчиков сторонних фирм многократно расширяет возможности макетирования устройств.

<p>Multi-Sensitivity Acceleration Sensor v3 for NXT (ACCL-Nx-v3)</p> <p>Данный миниатюрный трехосевой акселерометр реагирует даже на изменения притяжения Земли.</p> <p>Также с его помощью можно измерять скорость и ускорения.</p> <p>Использует I2C интерфейс</p>	
<p>Magnetic compass for NXT (CMPS-Nx)</p> <p>Этот датчик позволяет измерять магнитное поле Земли, а также азимут.</p> <p>Использует ортогональный двухосевой магнитный сенсор Honeywell (HMC1052)</p>	
<p>Dual Infra Red Obstacle Detector for NXT (DROD-Nx)</p> <p>Используйте этот датчик для того, чтобы находить препятствия на пути следования робота.</p> <p>Датчик аналоговый</p>	
<p>Realtime Clock for NXT</p> <ul style="list-style-type: none"> • Батарейка на десять лет работы • Отсчитывает секунды, минуты, часы, дни, годы 	

RCX Motor Multiplexer for NXT (MTRMX-Nx)

Специально разработан для управления четырьмя стандартными моторами фирмы Lego

**RCX to NXT Communication Adapter (NRLink-Nx)**

Идеальное решение проблемы связи микрокомпьютеров двух различных типов (RCX и NXT).

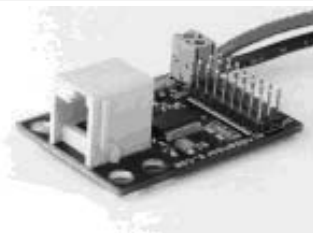
- Двухсторонняя ИК связь
- Управляет LEGO поездами

**Vision Subsystem v2 for NXT (NXTCam-v2)**

Данная система технического зрения может отслеживать до 8 разноцветных объектов, сообщая их координаты в реальном времени на микрокомпьютер. Также может быть подсоединен к компьютеру с помощью интерфейса USB

**8 Channel Servo Controller for NXT (NXTServo)**

Данный контроллер позволяет управлять до восьми сервомоторами одновременно

**Sony PlayStation 2 Controller interface for NXT (PSP-Nx-v3)**

Управляйте NXT при помощи пульта к PS2 (или любым другим, но совместимым с ним контроллером)



<p>RCX Sensor multiplexer for NXT – RXMux</p> <p>Позволяет подсоединить до четырех датчиков типа RCX к NXT.</p> <p>Поддерживает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • RCX Touch Sensor • RCX Light Sensor • RCX Rotation sensor • RCX Temperature sensor 	 <p>A black printed circuit board (PCB) with a white connector on the left side. The board features a grid of 16 circular sensor ports arranged in two rows of eight. Various electronic components and labels are visible on the surface.</p>
<p>High Precision Long Range Infrared distance sensor for NXT (DIST-Nx-Long-v2)</p> <p>Высокоточный инфракрасный датчик расстояния для удаленных объектов.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Использует цифровой интерфейс • Разрешение – миллиметры • Рабочие длины: от 20 см до 150 см 	 <p>A black, L-shaped sensor module. It has a white connector at the bottom and a black lens or sensor window on the top horizontal part. A small black knob is visible on the right side.</p>
<p>High Precision Medium Range Infrared distance sensor for NXT (DIST-Nx-Medium-v2)</p> <p>Высокоточный инфракрасный датчик расстояния для близких объектов.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Использует цифровой интерфейс • Разрешение – миллиметры • Рабочие длины: от 10 см до 80 см 	 <p>A black, L-shaped sensor module, similar in design to the long-range version. It features a white connector at the bottom, a black lens on the top horizontal part, and a small black knob on the right side.</p>



Урок 2

Введение в LabVIEW

В этом уроке даются основные представления о программной среде LabVIEW.

Чтобы более детально ознакомиться с возможностями среды LabVIEW можно обратиться к расширенной внутренней справочной системе – **LabVIEW Quick Reference Card**. Для ее вызова необходимо в главном меню обратиться к **Help**.

В этом уроке изложены вопросы:

- A. Программная среда LabVIEW.
- B. Что такое виртуальный прибор (ВП).
- C. Пример оформления ВП в среде LabVIEW.

A. Программная среда LabVIEW

Программа, написанная в среде LabVIEW, называется виртуальным прибором (ВП). «Виртуальным» – потому, что ее составляющие существуют только в программном коде и на экране монитора. «Прибором» – потому, что пользователь взаимодействует с ней, как с приборной панелью, «нарисованной» на экране. Данные, с которыми работает ВП, являются реальными, это не симуляция. LabVIEW содержит полный набор инструментов для сбора, анализа, представления и хранения данных.

В LabVIEW интерфейс пользователя – лицевая панель – создается с помощью элементов управления (кнопки, переключатели и др.)

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru