

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального  
образования  
«Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
«Управление инновациями»

\_\_\_\_\_/А.Ф.Уваров  
(подпись) (ФИО)  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2012 г.

Вводится в действие с " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2012 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ**

по дисциплине

**Основы мехатроники и робототехники**

Составлена кафедрой

«Управление инновациями»

Для студентов, обучающихся

по направлению подготовки 220600.62 «Инноватика»

по специальности 220601.65 «Управление инновациями»

Форма обучения

очная

Составитель

ст. преподаватель

\_\_\_\_\_ Шандаров Е.С.

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2012 г

Томск 2012

## **Введение**

Дисциплина «Основы мехатроники и робототехники» относится к вузовскому компоненту цикла общепрофессиональных дисциплин ГОС ВПО «Управление инновациями» и ГОС ВПО направления «Инноватика». Целью изучения дисциплины является знакомство с основными понятиями мехатроники и робототехники, освоение принципов проектирования, конструирования и управления робототехническими системами, формирование современных представлений и навыков в области комплексной автоматизации производственных процессов различного назначения с применением современных гибких средств автоматизации – мехатронных устройств и промышленных роботов.

Цель данного пособия состоит в выработке навыков в области проектирования, конструирования и программирования робототехнических систем.

### **Лабораторное занятие № 1 "Программирование микроконтроллера NXT Brick"**

#### **Введение**

Робототехника - динамично развивающаяся отрасль как с точки зрения прикладного использования так и в научных исследованиях. Появившийся в последние годы новый вид товара - робототехнические комплекты позволяют реализовать проекты роботов с различной функциональностью, провести тестирование задуманного, использоваться в обучении.

Одним из наиболее популярных робототехнических комплектов в мире является LEGO Mindstorms NXT. Разработанный совместно с сотрудниками Масачусетского технологического института он представляет собой большой набор конструктивных деталей (более 600 шт), 3 сервопривода, набор датчиков и микрокомпьютер NXT Brick. Комплект является базовым при проведении многих робототехнических мероприятий в мире, в том числе соревнований WRO (World Robotic Olympiad). С комплектом поставляется среда визуального программирования NXT-G, созданная компанией National Instruments на основе своего продукта LabView.

Таким образом, комплект NXT представляет собой прекрасный полигон для реализации на его основе комплекса лабораторных работ при изучении робототехники.

#### **Цель занятия**

Познакомиться с основными возможностями робототехнического микрокомпьютера NXT Brick, его блоками управления, системой меню, познакомиться со средой визуального программирования NXT-G, произвести программирование базовых функций: вывод на экран, воспроизведение звуков.

#### **Задание**

- ▲ Изучить органы управления NXT Brick
- ▲ Изучить систему меню NXT Brick
- ▲ Изучить назначение портов NXT Brick
- ▲ Запустить среду программирования NXT-G
- ▲ Познакомиться с базовой палитрой инструментов NXT-G
- ▲ Познакомиться с расширенной палитрой инструментов NXT-G
- ▲ Написать следующие программы:
  - издает одиночный звуковой фрагмент из файла
  - издает одиночный звук определенной тональности
  - издает однократно серию звуков из файлов

- издает однократно серию звуков различной тональности (программируем мелодию)
  - издает непрерывно серию звуков различной тональности (блок "Цикл")
  - выводит на экран изображение из файла
  - выводит на экран текст в одной строке
  - выводит на экран текст в трех строках
- ▲ Подготовить отчет со скриншотами написанных программ.

### ***Ход выполнения работы***

Внешний вид микрокомпьютера NXT Brick приведен на рис. 1. Питание осуществляется от 6 батарей формата AA. Блок оснащен ЖК дисплеем с возможностью отображения текста и графики. Для перемещения по разделам меню служат клавиши на лицевой панели: оранжевая ОК, темно серая - Отмена. Блок может воспроизводить звуки как из заранее записанных файлов, так и различной тональности. Подключение к компьютеру осуществляется по интерфейсу USB. Есть модуль связи Bluetooth, что позволяет как управлять блоком с компьютера, так и связывать блоки друг с другом. NXT Brick имеет три порта для приводов помеченных буквами А, В и С (для движения обычно используются В и С, А - для манипулятора), четыре порта для датчиков, помеченных цифрами.



Рис. 1. NXT Brick

Для программирования NXT Brick может использоваться среда визуального программирования NXT-G. Внешний вид среды со стандартной палитрой инструментов приведен на рис. 2. Здесь программа строится из блоков, размещаемых на балках LEGO. Допустимо использовать циклы, условные переходы, взаимодействовать с датчиками, приводами, управлять приемопередатчиком Bluetooth, осуществлять вывод на экран и воспроизводить звуки.

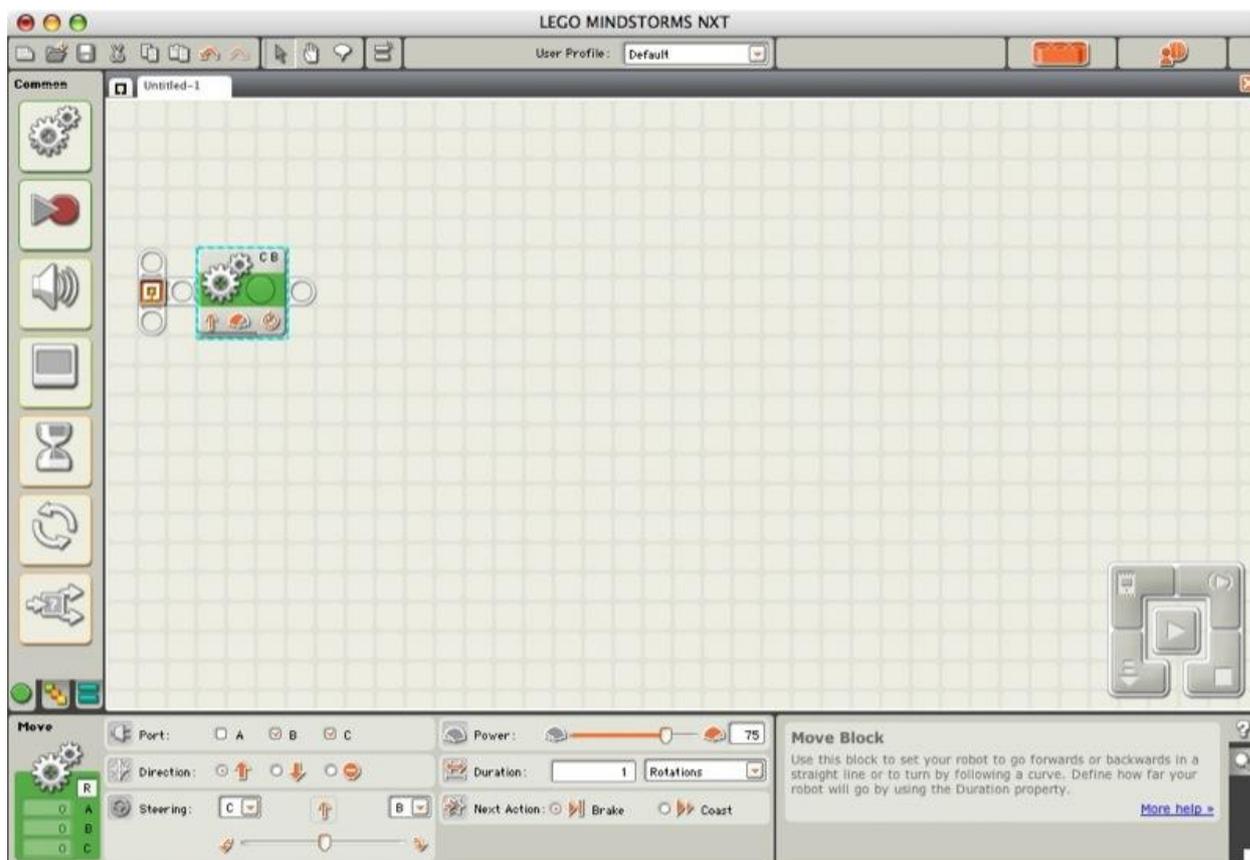


Рис. 2. Интерфейс визуальной среды программирования NXT-G

Для включения нового блока в программу его необходимо "перетащить" мышкой с панели инструментов на балку LEGO. Порядок следования элементов будет определять порядок выполнения программы.

У каждого блока есть набор параметров, которые определяют его "поведение". Так, например у блока "Движение" можно выбрать направление движения, его продолжительность, мощность, подаваемую на двигатели.

Студенты должны выполнить пункты задания на лабораторную работу и подготовить отчет.

## Лабораторное занятие № 2 "Основные приемы управления движением мобильного робота"

### Цель занятия

Освоить практические навыки построения мобильного робота, освоить практические навыки программирования различных видов движения мобильного робота.

### Задание

- ▲ На основе предложенной схемы собрать конструкцию мобильного робота
- ▲ Написать следующие программы:
  - Прямолинейное движение вперед на расстояние 1 метр
  - Движение по "квадрату"
  - Движение по "окружности"
  - Движение по "восьмерке"
- ▲ Подготовить отчет со скриншотами написанных программ

## **Ход выполнения работы**

Собрать конструкцию мобильного робота. Окончательный вид конструкции представлен на рисунке 3. Эта конструкция - типичная компоновка для мобильных роботов. Два ведущих колеса привода обеспечивают движение, поворотное колесо делает возможным повороты. Поворот робота осуществляется подачей разных мощностей на правый и левый двигатели.



Рис. 3. Тележка мобильного робота с поворотным колесом

При сборке особое внимание необходимо уделить такому понятию как "развесовка". Дело в том, что основную нагрузку в такой тележке должна нести ось ведущий колес. Самым тяжелым элементом конструкции является NXT Brick. Если на поворотное колесо будет приходиться слишком большой вес конструкция будет плохо поворачиваться.

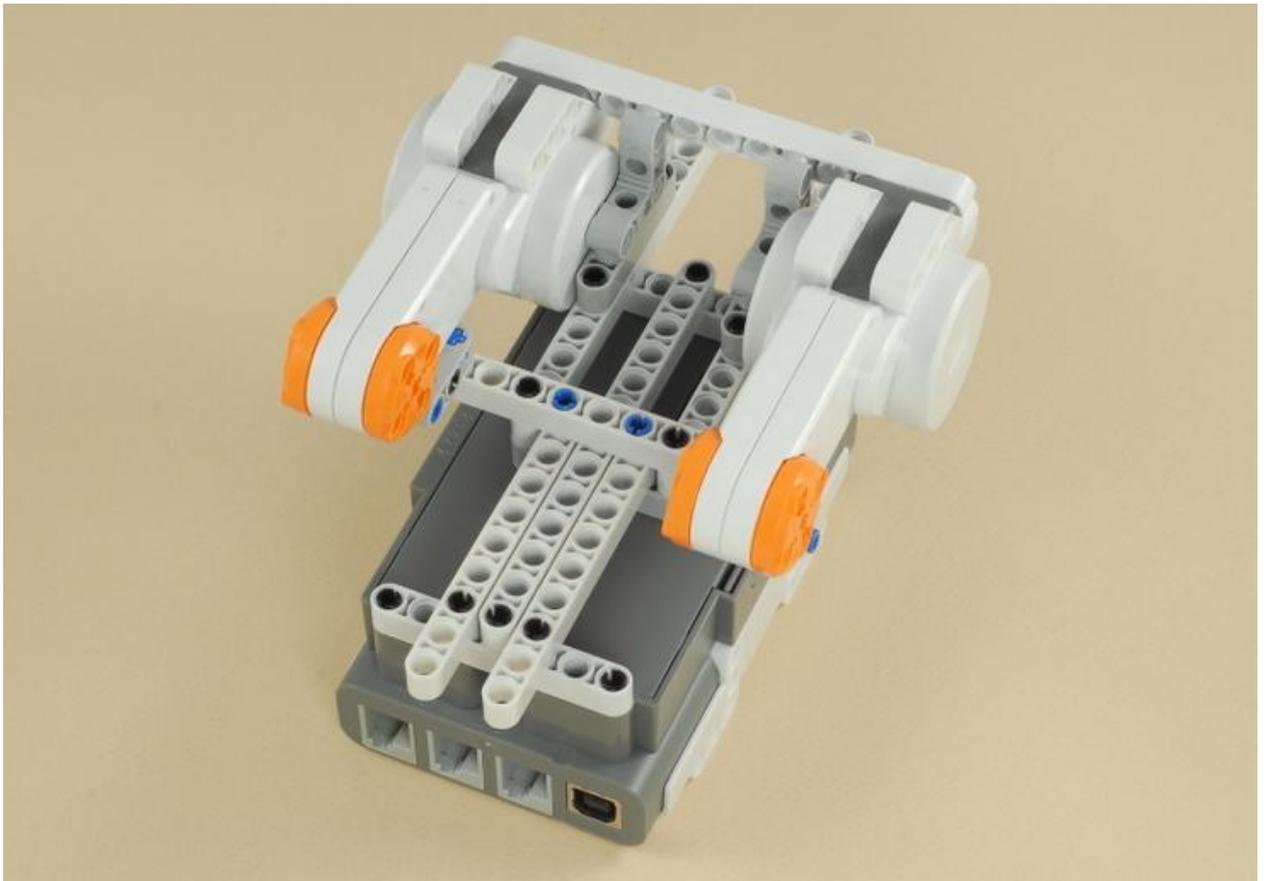


Рис. 4. Вид снизу. Способ крепления двигателей

Двигатели в данной тележке крепятся к днищу микрокомпьютера посредством прямых балок (рис. 4).

Особое внимание следует уделить конструкции поворотного колеса (рис. 5). Оно должно свободно поворачиваться как вокруг своей оси, так и вокруг оси крепления. При этом конструкция должна быть достаточно прочной.

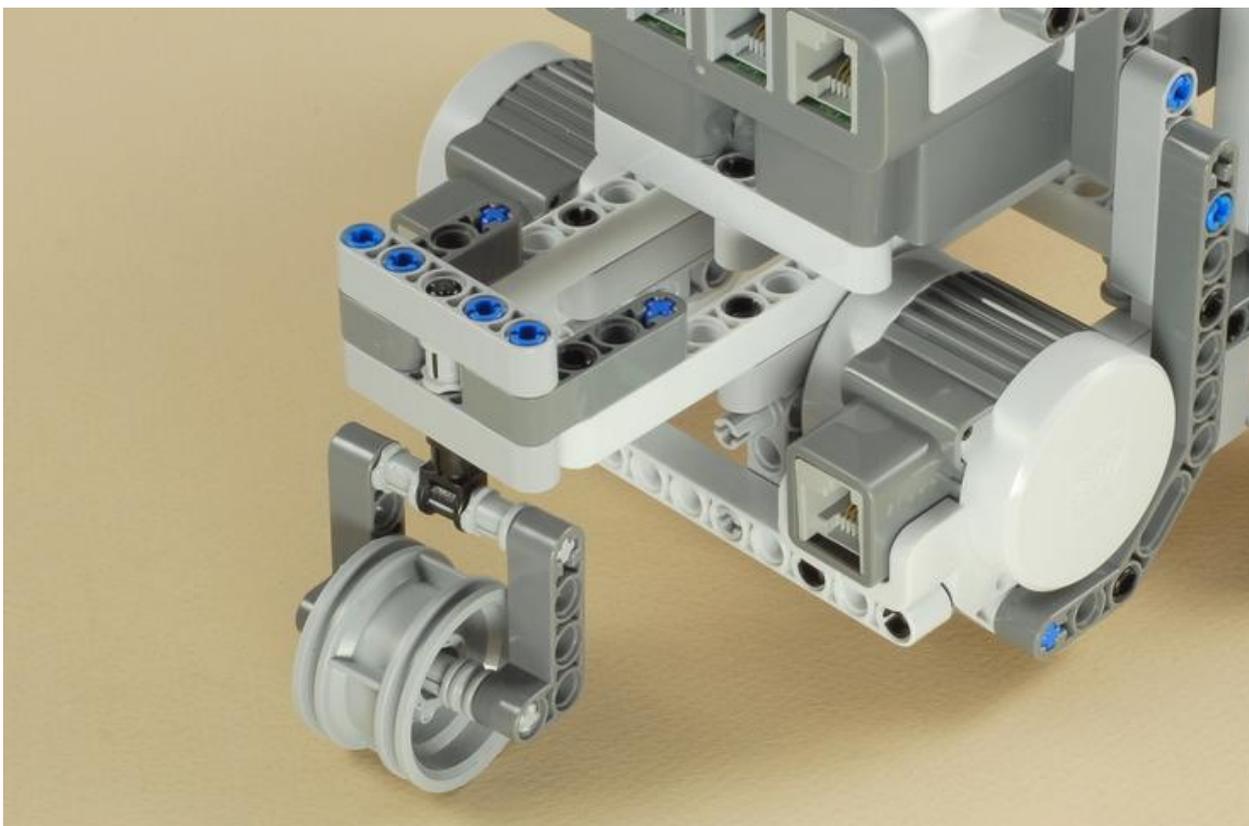


Рис. 5. Конструкция поворотного колеса

После сборки мобильного робота необходимо выполнить все пункты задания и подготовить отчет.

## Лабораторное занятие № 3 "Изучение сенсорных датчиков Mindstroms NXT"

### **Цель занятия**

Познакомиться с сенсорами комплекта NXT, освоить способы их подключения, диагностики, освоить практические навыки программирования робота с использованием сенсоров.

### **Задание**

- ▲ На основе предложенной схемы собрать конструкцию мобильного робота (2 варианта: робот на гусеничной платформе, робот на колесной платформе с поворотным колесом)
- ▲ Оснастить робота бампером на основе датчиков касания
- ▲ Написать следующие программы:
  - Прямолинейное движение вперед до момента столкновения со стеной, после этого отъезд назад, случайный поворот направо или налево, продолжение движения
- ▲ Дооснастить робота датчиком расстояния
- ▲ Написать следующие программы:
  - Прямолинейное движение вперед либо до момента столкновения с препятствием, либо когда до препятствия осталось менее 20 см, после этого отъезд назад, случайный поворот направо или налево, продолжение движения

- ▲ Подготовить отчет со скриншотами написанных программ

Комплект LEGO Mindstorms NXT поставляется со следующим набором датчиков: два датчика касания, ультразвуковой датчик расстояния и цветовой датчик. Все они имеют стандартный вид крепления.



Рис. 6. Датчик касания NXT

Датчик касания NXT фактически представляет собой кнопку. Мы можем отслеживать три состояния: "нажата", "отпущена", "нажата и отпущена". В зависимости от логики работы программы необходимо анализировать одно из этих трех состояний. С помощью датчика касания можно решать например такие задачи, как детектор столкновений, два датчика могут помочь определить размер объекта и т.д.



Рис. 7. "Заготовка" для бампера

Подготовьте согласно рисунку "заготовку" для бампера. Закрепите датчик на днище робота, подключите провод к микрокомпьютеру.

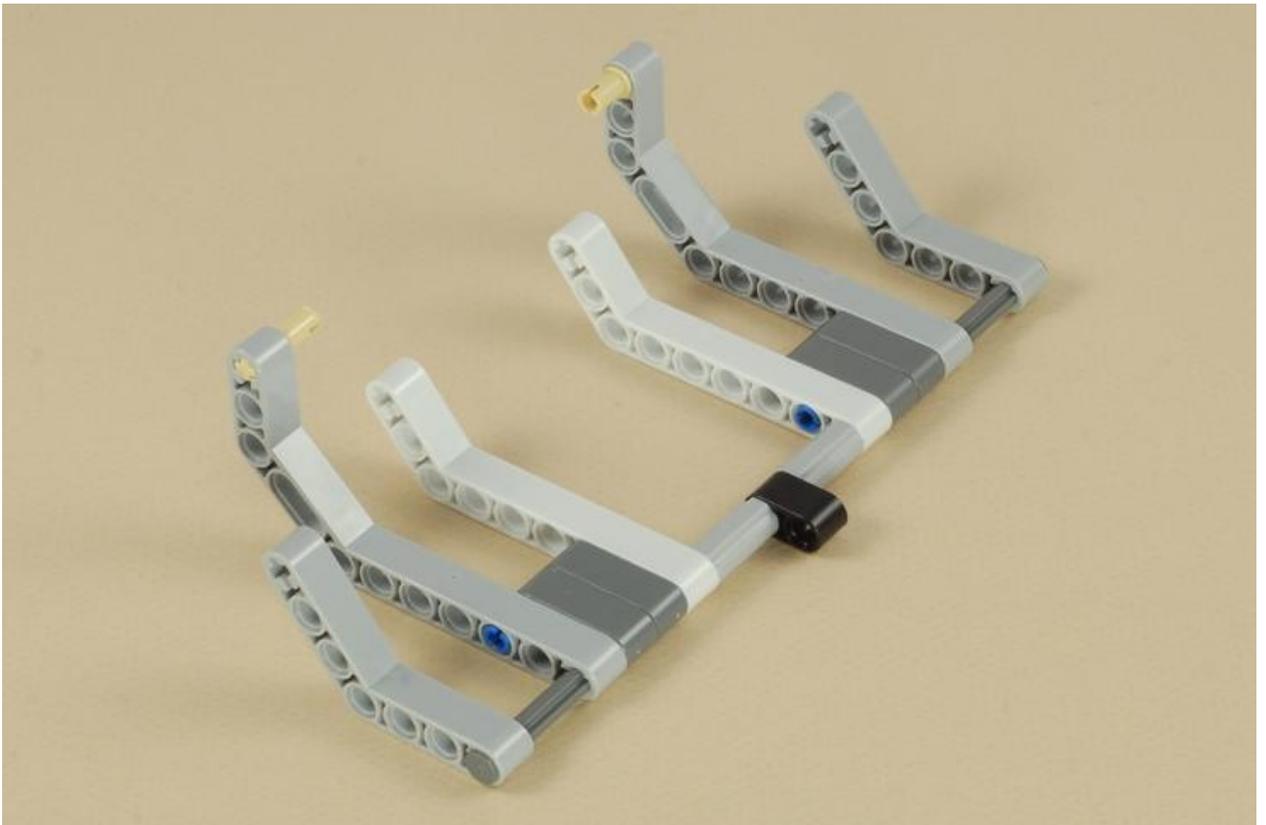


Рис. 8. Бампер

Из кривых балок LEGO соберите собственно сам бампер. Смонтируйте его на мобильном роботе.

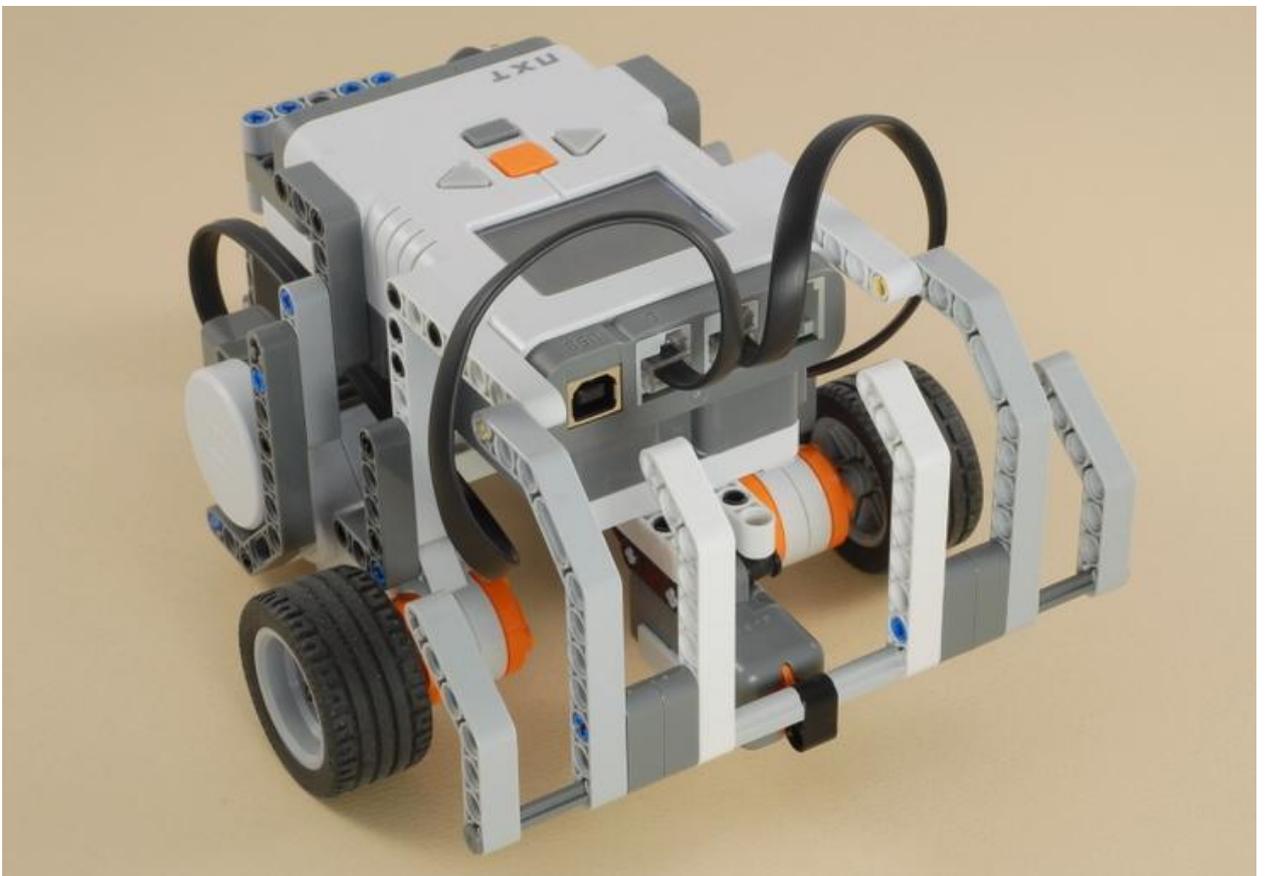


Рис. 9. Мобильный робот с бампером

Напишите программу для робота с бампером согласно заданию на лабораторную работу.



Рис. 10. Ультразвуковой датчик расстояния

Датчик расстояния NXT использует ультразвуковой метод определения расстояния до объекта. Имеет излучатель и микрофон. Эффективно работает на расстоянии в пределах от 10 до 100 см до объекта.



Рис. 11. Мобильный робот с бампером и ультразвуковым датчиком расстояния.

Дополните конструкцию робота ультразвуковым датчиком расстояния и напишите программу согласно заданию на лабораторную работу.

По итогам работы необходимо оформить отчет.

## Лабораторное занятие № 4 "Движение мобильного робота по черной линии"

### Цель занятия

Познакомиться с световым и цветовым сенсором комплекта NXT, освоить базовые алгоритмы движения по черной линии.

### Задание

- ▲ На основе предложенной схемы собрать конструкцию мобильного робота (2 варианта: робот на гусеничной платформе, робот на колесной платформе с поворотным колесом)
- ▲ Оснастить робота цветовым датчиком
- ▲ Написать следующие программы:
  - Движение вдоль черной линии используя "классический алгоритм"
  - Движение вдоль черной линии используя П-регулятор
  - Движение вдоль черной линии используя ПИ-регулятор
  - Движение вдоль черной линии используя ПИД-регулятор
- ▲ Подготовить отчет со скриншотами написанных программ

### Ход выполнения работы

Для выполнения данной работы понадобится цветовой датчик NXT. Цветовой датчик может работать в двух режимах: датчик цвета и датчик света. Для решения задачи движения по линии больше подходит режим светового датчика. В этом случае значение находится в пределах от 0 до 255 и соответствует яркости отраженного света от освещаемого объекта. Для движения по черной линии целесообразно освещать ее красным светодиодом.



Рис. 12. Цветовой сенсор NXT.

Удалите с мобильного робота датчик расстояния и бампер и оснастите его датчиком освещенности. Расположение сенсора - по осевой линии робота, чуть впереди оси колес.

"Классическая" программа движения робота по черной линии приведена на рис. 13. Реализуйте ее.

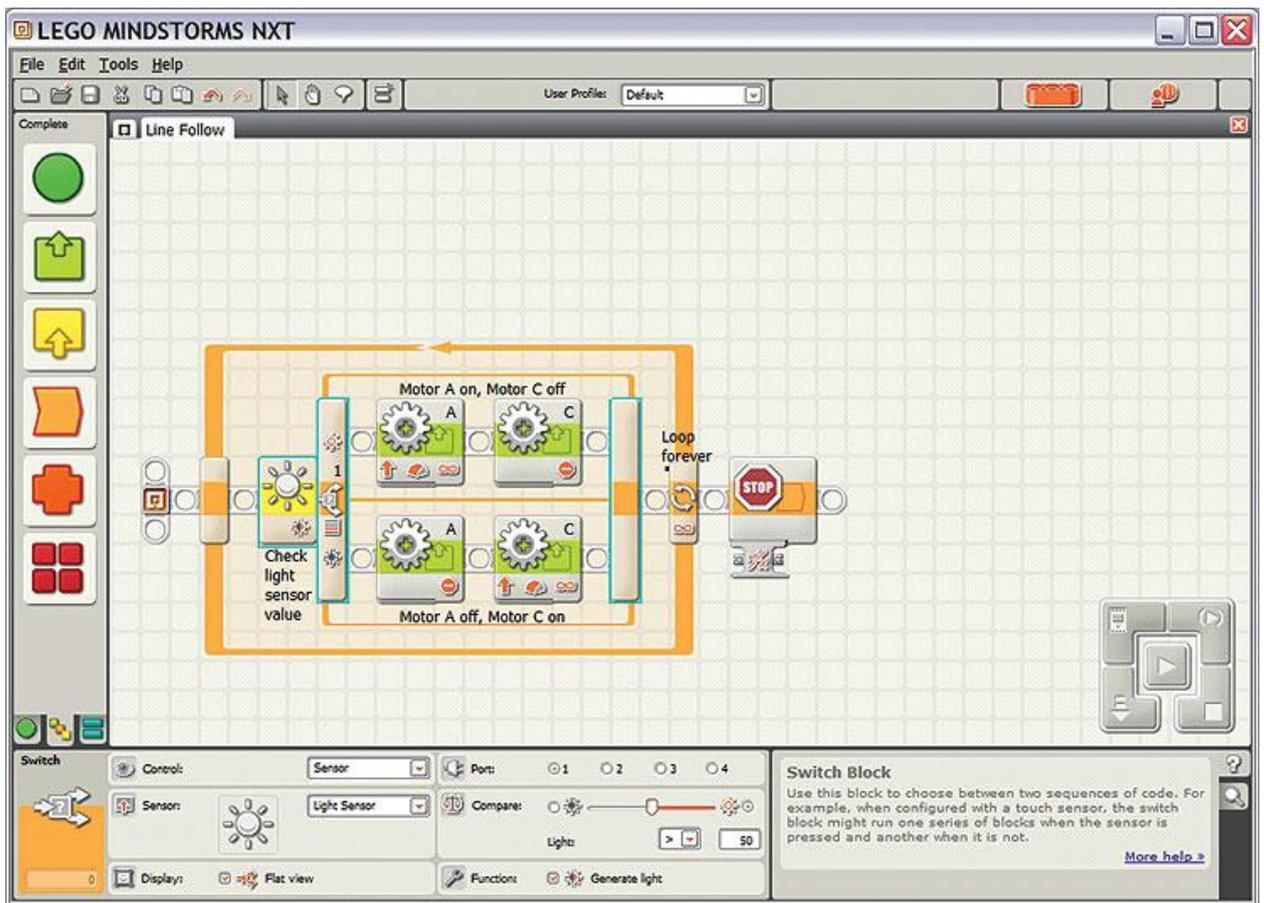


Рис. 13. Простейший "классический" алгоритм движения по черной линии.

Модифицируйте программу для движения по линии с П-регулятором, ПИ-регулятором и ПИД-регулятором.

По окончании работы подготовьте отчет.

### Библиографический список

1. Основы мехатроники : монография / Ю. М. Осипов [и др.] Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 162 с.(90 экз. в библиотеке ТУСУР)
2. Юревич Е. И., Игнатова Е. И. Основные принципы мехатроники. Мехатроника, Автоматизация, Управление, №3, 2006.(5 экз. в библиотеке ТУСУР)
3. Юревич Е.И. Основы робототехники. Учеб.пособие. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
4. М. Шахинпур. Курс робототехники. Пер. с англ. – м.: Мир, 1990.