

Г. Б. ЗАМОРУЕВ, М. А. НОЗДРИН, А. В. ШАВЕТОВ

**ФОРМИРОВАНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА
НА БАЗЕ КУРСА
„КОМПЬЮТЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МЕХАТРОННЫМИ СИСТЕМАМИ“**

Рассматриваются цели, содержание и требования к лабораторному практикуму по компьютерному управлению мехатронными объектами. Приводится описание учебных роботов, на базе которых формируется тематика лабораторного практикума.

Ключевые слова: микроконтроллер, программирование в режиме реального времени, датчики (сенсоры), лабораторный практикум.

Подготовка специалистов в области мехатроники требует наряду с получением фундаментальных знаний во многих областях механики, электромеханики, компьютерных технологий, также и основательного освоения методов компьютерного управления объектами механики и технологическими процессами. Обычно это достигается с помощью встроенных программируемых микроконтроллеров, различных пассивных и активных датчиков и вспомогательных электронных компонентов (блоки питания, блоки управления шаговыми электродвигателями и др.).

Для функционирования электронных компонентов необходимо разработать соответствующие программы для микроконтроллеров, что невозможно осуществить в теоретическом виде. Поэтому в учебном процессе предусмотрен цикл лабораторных работ, при выполнении которых студенты должны решить следующие задачи: разобраться в принципиальных и монтажных схемах взаимодействия управляемых объектов, исследовать характеристики различных датчиков, сигнальных устройств и управляющих электронных компонентов [1]. В зависимости от решаемой задачи составляется та или иная программа на соответствующем языке программирования и производится ее отладка на реальном объекте. Следует заметить, что для мехатронных систем характерно управление в режиме реального времени.

Подходящим, по мнению авторов, материальным обеспечением цикла лабораторных работ по мехатронике является продукция, поставляемая фирмой “Parallax Inc.” (США), которая предлагает широкий ассортимент комплектов для сборки малогабаритных и относительно недорогих учебных роботов (в частности, “Voe-Bot”), а также различных датчиков и электронных компонентов [2], например: ультразвуковой излучатель/приемник; MEMS-акселерометр для измерения динамических и статических ускорений (например, наклона объекта); датчик-компас для определения углов поворота объекта; датчик углокод для определения пройденного расстояния по углу вращения колеса; датчик слежения за маркирующей линией; инфракрасный излучатель/приемник для управления объектом на расстоянии; устройство технического зрения [3], которое включает в себя оптическую подсистему, собственный микропроцессор, сигнальную систему из светодиодов и пьезодинамик, механические элементы присоединения, совместимые с электронной платой.

Внешний вид робота “Voe-Bot” представлен на рис. 1 [4]. В исходный комплект для сборки мобильного робота-тележки входит микроконтроллер; электронная плата; два шаговых мотор-редуктора; все элементы механической конструкции и ряд электронных компонентов: пьезодинамик, сигнальные светодиоды, ряд резисторов, конденсаторов, соединительных

проводников (jumpers) и элементов управления; тактильные датчики, датчики на фоторезисторах и датчики на инфракрасных светодиодах (IR LED-излучатели и приемники).

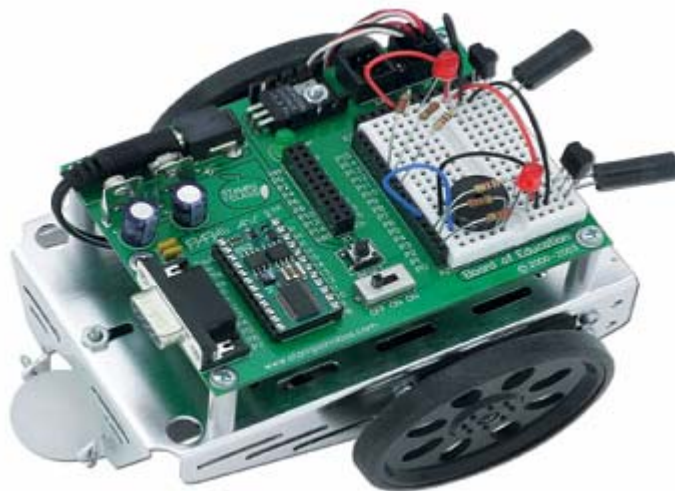


Рис. 1

На алюминиевом шасси робота “Вое-Вот” установлена электронная плата Development Board (рис. 2), на которой расположено гнездо (типа DIL) для микроконтроллера “Basic Stamp 2”, а на наборном поле смонтированы схемы, обеспечивающие работу инфракрасных излучателей и приемников для распознавания окружающих предметов и оценки расстояний до них, схемы свето- и звуко- сигнальных устройств. С помощью наборного поля возможна сборка различных электронных схем и присоединение компонентов электроники, сигнальных устройств и различных датчиков без применения пайки. Используются микроконтроллеры с 24 (иногда с 40) контактами, из которых 16 (32) являются портами ввода/вывода. Количество вариантов собираемых схем не ограничено и зависит от наличия электронных компонентов и изобретательности автора проекта. На плате присутствуют и другие элементы: разъем для присоединения компьютерного кабеля для программирования микроконтроллера (USB или COM), разъемы питания и преобразователь напряжения, гнезда для соединения входов/выходов микроконтроллера с монтажной площадкой, многополюсный разъем для присоединения сложных компонентов и другие вспомогательные элементы.

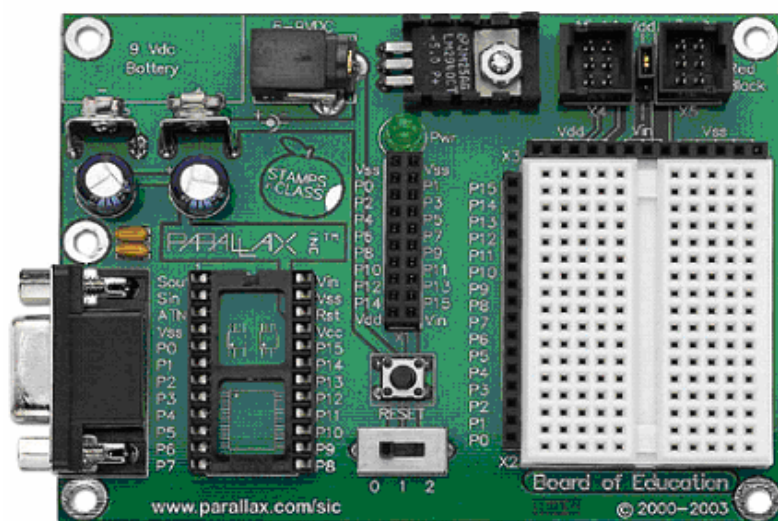


Рис. 2

Основу семейства микроконтроллеров “Basic Stamp 2” составляют микропроцессоры фирм (США) “Microchip” (PIC 16C57) и “Uvicom” (SX28AC/SS, SX48AC). Микропроцессоры

и соответствующие микроконтроллеры различаются тактовой частотой, количеством команд, объемом программной и оперативной памяти и интерпретируемым языком программирования. Для большинства микроконтроллеров программы составляются на языке PBASIC (версии языка BASIC), а для более мощных микропроцессоров — на одной из версий языка JAVA.

Язык PBASIC включает команды, позволяющие посылать, принимать и декодировать информацию в виде сигналов, занимающих в реальном времени микро- и миллисекундные интервалы и имеющие частоты до десятков кГц.

Версия языка JAVA имеет классы-шаблоны объектов типа ADC, DAC, PWM (аналого-цифровой/цифроаналоговый преобразователь, широтно-импульсный модулятор) и другие подобные классы.

На рис. 3 показаны некоторые микроконтроллеры, совместимые с электронной платой Development Board:

1 — мощный микроконтроллер “Javelin Stamp” с микропроцессором Ubicom SX48AC, с программной памятью 32 кбайт EEPROM, оперативной памятью 32 кбайт RAM и быстродействием 8000 операций/с; программа для микроконтроллера составляется на версии языка JAVA; микроконтроллер имеет много специализированных классов данных для управления объектами;

2, 4, 5 — микроконтроллеры, программы для которых составляются на языке PBASIC (экономичном для программирования), имеют 8×2 (и даже 16×2) кбайт программной памяти и быстродействие до 12 000 операций/с;

3 — самый доступный и недорогой микроконтроллер “Basic Stamp 2”, характеризуется программной памятью 2 кбайт EEPROM, оперативной памятью 32 байта RAM и быстродействием 4000 операций/с; несмотря на скромные технические характеристики, он позволяет воспроизводить довольно сложные алгоритмы поведения объекта.

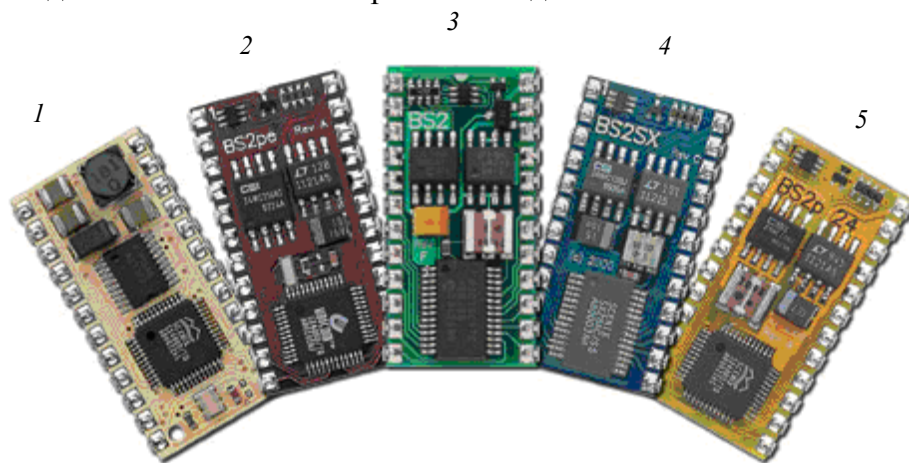


Рис. 3

Электронная плата Development Board с установленным микроконтроллером и электронными компонентами является управляющим модулем, общим при реализации различных объектов управления, таких как: робот-тележка “Вое-Bot” с двумя ведущими/управляемыми и третьим поддерживающим колесами (см. рис. 1); робот на гусеничном ходу; шагающий робот; 4- или 6-ногий ползающий робот (соответственно с 8 или 12 управляемыми шаговыми мотор-редукторами и необходимыми датчиками); робот-манипулятор со схватом и с пятью независимыми степенями подвижности. Управляющий модуль может быть запрограммирован и применен для регулирования (в том числе, и для ПИД-регулирования) процессов, не связанных с механическим движением, например для регулирования температуры технологического процесса и т.д.

Фирмой “Parallax Inc.” созданы и распространяются через Интернет (бесплатно) соответствующие среды разработки GUI: одна — для семейства микроконтроллеров с программой на языке PBASIC, другая — на языке JAVA. Эти среды имеют мощные средства помощи пользователю в составлении и отладке программ, а на языке JAVA имеют еще и большую библиотеку общих и специальных классов объектов.

На базе представленных учебных роботов формируется тематика лабораторного практикума, которому должен предшествовать курс лекций следующего содержания:

— изучение встраиваемых программируемых микроконтроллеров, их основных компонентов, электронных плат разработчика, их наборного поля и принципа построения электронных схем;

— ознакомление с устройством и возможностями учебных роботов и с их различной комплектацией;

— ознакомление с различными датчиками, принципами их действия и возможностями, способами их подключения и взаимодействия с микроконтроллером и другими компонентами электронной схемы и робота в целом;

— изучение языков программирования в режиме реального времени и способов взаимодействия программы и различных подсистем робота.

Введение в учебный процесс указанного лабораторного практикума позволит существенно повысить уровень подготовки студентов, в частности, по курсу „Компьютерное управление мехатронными системами“.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Dietz P. H.* Pragmatic Introduction to Electronic Engineering. Version 1.0. Parallax Inc., USA, 1998.
2. Parallax Education [Электронный ресурс]: <www.parallax.com/education>.
3. *Lindsay A.* Robotics with the Boe-Bot // Student Guide. Version 2.2. Parallax Inc., USA, 2002.
4. *Tracy Al.* Applied Sensors. Version 1.4. Parallax Inc., USA, 2003.

Сведения об авторах

- Георгий Борисович Заморюев** — канд. техн. наук, доцент; Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий механики и оптики, кафедра мехатроники; E-mail: georgyz09@gmail.com
- Михаил Александрович Ноздрин** — канд. техн. наук, доцент; Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий механики и оптики, кафедра мехатроники; E-mail: m_nozdrin@mail.ru
- Алексей Васильевич Шаветов** — студент; Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий механики и оптики, кафедра мехатроники; E-mail: spb.ifmo@gmail.com

Рекомендована кафедрой
мехатроники

Поступила в редакцию
15.06.09 г.