

## *Литература*

1. Пономаренко В. И., Бугаевский М. Ю. Исследование поведения цепи Чуа / В. И. Пономаренко, М. Ю. Бугаевский // Саратовский филиал института радиотехники и электроники РАН, учебно-научная лаборатория «Нелинейная динамика (физический эксперимент)». – 1999, С. 4–19.
2. Андриевский Б. Р., Фрадков А. Л. Управление хаосом: методы и приложения / Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков // Институт проблем машиноведения РАН, Санкт-Петербург – 2004, С. 11–25.
3. Довгаль В. М., Тарасов А. А. «Криптографическая защита электронных документов на основе сети Фейстеля с применением детерминированных хаотических отображений» / В. М. Довгаль // Известия Курского государственного технического университета, № 1 (30), 2010, С. 44–48

УДК 004.3

### **ARDUINO КАК УДОБНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ БЫСТРОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ**

студент гр. 103710 Малахов Т.И.

*Научный руководитель - Гулай В.А.*

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

Arduino – аппаратная вычислительная платформа, основными компонентами которой являются простая плата ввода-вывода и среда разработки на языке Processing/Wiring. Arduino может использоваться как для создания автономных интерактивных объектов, так и подключаться к программному обеспечению, выполняемому на компьютере (например, Adobe Flash, Processing, Max).

Плата Arduino состоит из микроконтроллера Atmel AVR (ATmega328P и ATmega168 в новых версиях и ATmega8 в старых), а также элементов обвязки для программирования и интеграции с другими схемами (рис. 1). На многих платах присутствует линейный стабилизатор напряжения +5 В или +3,3 В. Тактирование осуществляется на частоте 16 или 8 МГц кварцевым резонатором (в

некоторых версиях керамическим резонатором). В микроконтроллер предварительно прошивается загрузчик BootLoader, поэтому внешний программатор не нужен. На концептуальном уровне все платы программируются через RS-232 (последовательное соединение), но реализация этого способа отличается от версии к версии.



Рис. 1. Различные версии платы Arduino



Рис. 2. Устройство определяющее расстояние

Плата Serial Arduino содержит простую инвертирующую схему для конвертирования уровней сигналов RS-232 в уровни ТТЛ, и наоборот. Более поздние версии, программируются через USB, что осуществляется благодаря микросхеме конвертера USB-to-Serial FTDI FT232R. В версии платформы Arduino Uno в качестве конвертера используется микроконтроллер Atmega8U2 в SMD-корпусе. Данное решение позволяет запрограммировать конвертер так, чтобы платформа сразу определялась как мышь, джойстик или иное устройство по усмотрению разработчика со всеми необходимыми дополнительными сигналами управления.

Работа производится с аналоговыми и логическими контактами, которые могут служить как входами, так и выходами сигналов. Можно непосредственно из среды использовать широтно-импульсную модуляцию или аналого-цифровые преобразования с дискретизацией от 0 до 254 или от 0 до 1023 в зависимости от выбранного типа входа/выхода. Также плату Arduino можно использовать как ISP программатор для контроллеров семейства AVR, что значительно облегчает разработку и отладку устройства, т.к. нет необходимости извлекать контроллер для его перепрограммирования.

Габариты некоторых плат Arduino позволяют использовать их непосредственно в конечных устройствах, что облегчает быстрое создание изделия практически с нуля без глубокого знания теории программирования микроконтроллеров или их устройства и принципа организации их работы. Конечно же, при таком подходе не стоит говорить о высокой эффективности организации работы на микроконтроллере, т. к. множество существующих библиотек значительно облегчают работу с готовыми периферическими устройствами, что отдаляет разработчика от понимания процессов, происходящих непосредственно в контроллере и некоторых аспектах работы периферических устройств и обмена данных с ними.

В некоторых платах (например, Arduino Uno, Arduino diecimila) установлен микроконтроллер в *dip* корпусе, что позволяет применять его отдельно, с использованием среды разработки Arduino IDE, прошивая непосредственно в плате. В качестве примера такого использования приводится устройство, разработанное в течение часа (именно разработанное, изготовление печатной платы заняло немного больше времени) после первого знакомства с этой платформой. Устройство с помощью ультразвукового сенсора определяет расстояние до объекта, выводит расстояние в сантиметрах на жидкокристаллический дисплей, и, при приближении чего-либо к чувствительному элементу устройства на расстояние менее 10 сантиметров, сигнализирует об этом надписью на дисплее «Red Alert!!!!» с одновременным миганием светодиода (рис. 2).

Таким образом, аппаратная вычислительная платформа Arduino хорошо подходит на роль инструмента для быстрой разработки и отладки электронных устройств с использованием микроконтроллеров. Она позволяет использовать микроконтроллер без знания принципов его работы (что также является минусом этой системы для конечной разработки) и следует подчеркнуть, что у этой платформы существует достаточно развитая база и огромное количество поклонников, что в значительной мере упрощает обучение.