

Разработка проекта учебного стенда для технического конструирования электронных устройств с использованием AVR-микроконтроллеров (на базе платформы Arduino)

Афонин Андрей Алексеевич

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва

Современный мир цифровых устройств развивается очень быстрыми темпами. Каждый год на рынке появляются различные приборы, датчики, бытовая техника и прочие устройства, принадлежащие к этому миру.

Для простых обывателей, конечно, это большая область, где они могут выбирать устройства, которые будут делать их жизнь комфортнее, руководствуясь набором полезных функций. Но студенты технических направлений не могут изучать устройства только по набору функций, они должны знать и понимать как именно работает то или иное устройство, на каких принципах оно базируется, из каких элементов состоит.

Для изучения работы электронных устройств существует множество учебных стендов, которыми укомплектовываются лаборатории ВУЗов. Они охватывают различные области, например кодирование и декодирование сигналов, изучение амплитудно-частотных характеристик, изучение полупроводниковых элементов и т.д. Студенты, работая на таких стендах, могут получить достаточно обширные знания в конкретной области. А что, если кто-либо захочет собрать какое-либо устройство самостоятельно, воплотить свою техническую идею? Именно для решения подобных проблем и разрабатывается учебный стенд по техническому конструированию. Техническое конструирование – это очень важный аспект практического применения теоретических знаний, которому, к сожалению, могут уделять недостаточное влияние.

Все современные цифровые приборы, так или иначе, связаны с программированием микроконтроллеров, которые являются «мозгом» устройства. Изучение принципов функционирования различных типов микроконтроллеров,

их свойств и областей применения – это ключ к разработке собственных устройств.

Одна из основных функций разрабатываемого стенда – помочь тем, кто решил воплотить свои технические идеи в нечто материальное, разобраться с основами программирования микроконтроллеров, разобраться с построением собственных «умных» систем.

Если посмотреть на несколько десятков лет назад, то мы увидим, что микроконтроллеры в те времена были практически недоступны, чтобы разрабатывать на них какие-либо устройства, необходимо было иметь образование и знать громоздкие машинные коды. В XXI веке ситуация изменилась – на рынке микроконтроллеров появилась платформа под названием «Arduino», которая быстро обрела популярность, благодаря функциональным микрочипам и интуитивно понятному языку программирования.

Самая популярная платформа – Arduino Uno, «мозгом» которой является чип Atmega 328P компании Atmel, работающий на тактовой частоте 16 МГц, имеющий 32 кБ памяти и 20 управляемых контактов (14 цифровых и 6 аналоговых). Функционала данного чипа полностью хватает для реализации технических идей студентов. Платформа состоит из аппаратной и программной частей. Обе чрезвычайно гибки и просты в освоении и использовании. Для программирования используется упрощённая версия C++, известная как Wiring. Разработку можно вести как с использованием бесплатной среды Arduino IDE, так и с помощью произвольного C/C++-инструментария. Поддерживаются операционные системы Windows, MacOS X и Linux.[1]

На стенде планируется поместить датчик освещенности, аналоговый датчик температуры, модуль инфракрасного приемника, LCD-дисплей 16x2, два модуля с электромеханическим реле, сканер радиочастотных меток, а также тактовые кнопки, потенциометры, зуммер, сдвиговый регистр с восемью светодиодами, ультразвуковой дальномер и светодиоды для индикации.

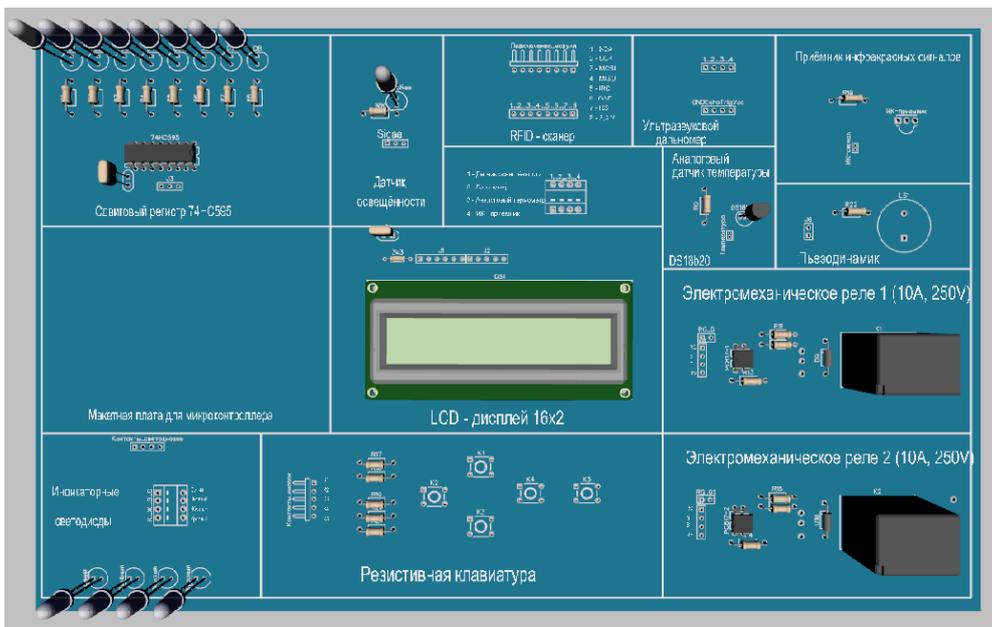


Рисунок 1 – Лицевая сторона стенда

Данный набор модулей позволит пошагово освоить процесс программирования и конструирования устройств на основе платформы Arduino: от самых простых устройств до систем с большим набором датчиков.

Сама плата Arduino, сканер радиочастотных меток, LCD-дисплей, будут представлять собой уже готовые модули, а датчик освещённости, датчик температуры, модуль инфракрасного приемника, два модуля с электромеханическим реле, тактовые кнопки, сдвиговый регистр и зуммер будут представлять собой датчики с обвязкой, выполненные на единой печатной плате (Рисунок 1).

Датчик освещенности будет выполнен на основе фоторезистора и токоограничивающего резистора номиналом 10 кОм. Выходных контакты: GND, 5V и Signal pin.

Датчик будет выдавать значения в диапазоне от 0 до 1023 в зависимости от освещённости, которые можно использовать для выполнения определенных команд.

Зуммер будет выполнен на основе пьезодинамика и токоограничивающего резистора номиналом 220 Ом. Функция зуммера – звуковое оповещение о наступлении какого-либо события.

Датчик температуры будет представлен аналоговым датчиком ds18b20 от фирмы Dallas и токоограничивающим резистором номиналом 10 кОм. Выходные контакты: 5V, GND, Signal pin.

LCD дисплей на стенде будет иметь разрешение 16x2. На дисплей можно выводить показания датчиков и информационные сообщения.

Модули электромеханических реле будут состоять из самих реле и обвязки, которая включает в себя диод, биполярный транзистор, оптопару серии РС и 3 резистора номиналом 10 кОм. Реле нужны, чтобы управлять нагрузкой до 250 Вольт. С их помощью можно организовать, например, автоматическое управление освещением, вентилятором, розеткой и т.д.

Модуль инфракрасного приемника на основе HX1838 будет выполнять команды, подаваемые с пульта дистанционного управления.

Модуль радиочастотной идентификации (RFID), выполненный на микросхеме RC522, может быть использован как кодовый замок, например в системе умного дома. Модуль считывает NFC-метки, которые можно встретить, например в картах метрополитена, и выполняет команды, которые запрограммированы для конкретной карты. Модуль крепится к стенду винтами М3. Кнопки, потенциометр, светодиоды будут вмонтированы в плату с минимальной обвязкой.

Управлять этими модулями, создавать на их основе электронные устройства, можно будет с помощью AVR - микроконтроллеров фирмы ATMEL, которые лежат в основе Arduino подобных плат. Данный стенд подразумевает работу с такими платами, как Freeduino Uno, Nano и Pro Mini. Для их крепления на плате предусмотрен breadboard – плата для безопасного монтажа. Главным достоинством AVR – микроконтроллеров и плат на их основе являются их относительно низкая стоимость (~1,5 \$) в совокупности с большим потенциалом, а также их доступность для тех, кто только собирается сделать первые шаги в мир микроконтроллеров.

Стенд будет располагаться горизонтально, состоять из самой платы с модулями и пластикового поддона, в который будут спрятаны соединительные

провода и, возможно, часть модулей. Кроме этого такое сочетание будет иметь эстетичный вид.

Поскольку данный проект рассматривается как учебный, то к нему будут разработаны комплект лабораторных работ. Обучение начнется с теоретического материала, отражающего базовые знания, являющиеся фундаментом для дальнейших разработок. Это понятия о цифровых и аналоговых сигналах, о портах ввода/вывода, о протекании тока в электрической цепи, чем платы на AVR-микроконтроллерах отличаются друг от друга, их характеристики и т.д.

Лабораторные работы, направленные на развитие практических навыков, будут разработаны с использованием теоретических сведений из книг Д. Блума [2] и В. Петина [3] и включают в себя следующие аспекты:

1. Конструктивные особенности микроконтроллерных плат Freeduino;
2. Интерфейсы программирования микроконтроллеров;
3. Знакомство со средой программирования Arduino IDE;
4. Основы программирования на Wiring. Типы данных, функции и операторы;
5. Логические операторы и циклические структуры;
6. Генерация звуков;
7. Изучение широтно-импульсной модуляции как явления, а также ее применение для управления устройствами;
8. Последовательный интерфейс. Монитор порта;
9. Интерфейсы передачи данных. Шина I2C и SPI;
10. Жидкокристаллические дисплеи и их применение в электронных устройствах;
11. Радиочастотная идентификация;
12. Эхолокация;
13. Применение выходных сдвиговых регистров для увеличения портов вывода.

В первой работе будет предложено детально рассмотреть схемотехническое строение микроконтроллерных плат, ознакомиться с их основными компонентами, обвязкой, а также технологиями изготовления подобных плат. Итог – описание конструктивных особенностей одной из плат на выбор.

Вторая работа, посвященная интерфейсам программирования микроконтроллеров, знакомит с программаторами, а также со способами загрузки программ в память микроконтроллера. Итог – загрузка программы в микроконтроллер.

В третьей работе студенты познакомятся со средой программирования Arduino IDE, рассмотрят органы управления, освоят подключение библиотек, подключат плату к компьютеру и произведут настройку среды. Итог – отчет о настройке IDE для работ с конкретной платой на выбор.

В четвертой работе будут рассмотрены базовые операторы `setup`, `loop`, арифметические операторы, основные типы данных, которые применяются в программировании, а также функции для аналоговых и цифровых портов, а также функции, которые используются в библиотеках. Итог – отчет о разборе любой программы-примера, в коде которой используются изученные элементы.

Пятая работа будет связана с использованием логических конструкций в программах, а также с применением циклических структур при помощи управляющих операторов. Итог – программа, запускающая цикл при выполнении логического условия (датчики и модули используются на усмотрение студентов).

Шестая лабораторная работа научит воспроизводить звуки при помощи микроконтроллера и пьезодинамика. Итог - создание собственной мелодии.

В седьмой лабораторной работе будет предложено изучить широтно-импульсную модуляцию, симитировать генерацию ШИМ - сигналов на цифровых портах микроконтроллера при помощи функции `AnalogWrite()`. Студенты научатся использовать светодиоды и тактовые кнопки в своих проектах. Итог – программа, изменяющая яркость светодиода при нажатии на кнопку.

В восьмой работе будет предложено создать собственные аналоговые датчики на основе фоторезистора, потенциометра, датчика температуры, светодиода

дов и пьезодинамика. Все полученные данные будут выводиться в монитор порта при помощи последовательного интерфейса. Итог – создание собственного датчика из перечисленных компонентов на выбор обучающегося.

Девятая работа познакомит с очень важными аспектами взаимодействия датчиков и микроконтроллера, а именно с интерфейсными шинами, такими как Inter-Integrated Circuit и Serial Peripheral Interface. Итог – отчет о датчиках, взаимодействующих по этим шинам.

Десятая работа будет посвящена жидкокристаллической индикации на дисплее. Студенты ознакомятся с функциями библиотеки, научатся выводить текст и создавать собственные символы побитово. Итог - создание собственного термометра, выводящего значения на жидкокристаллический экран.

Одиннадцатая работа даст представление о том, как работают системы доступа, основанные на радиочастотной идентификации, из каких элементов они могут состоять, как происходит взаимодействие между меткой и сканером. Итог – создание системы доступа «свой - чужой».

В двенадцатой работе студенты познакомятся с ультразвуковым дальномером, узнают его конструкцию, принцип работы, его взаимодействие с микроконтроллером. Итог – создание электронной рулетки для измерения расстояний с выводом значений в монитор порта либо на жидкокристаллический экран.

Тринадцатая работа, заключительная, покажет на примере, как можно увеличить количество портов вывода для микроконтроллера, расскажет о сдвиговых регистрах, их функционировании. Итог – программа «бегущие огни».

Данный стенд разрабатывается для того, чтобы как можно больше студентов попробовали свои силы в разработке собственных авторских электронных устройств. Популяризация подобной деятельности – это первый шаг к будущим прорывам в области отечественной электроники. Среди тех, кто попробует создать какое-либо устройство своими руками, обязательно будут те, кто не остановятся на достигнутом, кто будет предлагать что-то инновационное, столь необходимое для экономики нашей страны.

Список использованных источников:

1. Arduino.ru [электронный ресурс]. -Web-сайт <http://arduino.ru> - Режим доступа: <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardUno>
2. Блум Д. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства: Пер. с англ. - СПб.: БХВ-Петербург, 2015. - 336с.: ил.
3. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. - СПб.: БХВ-Петербург, 2014. - 400с.: ил. - (Электроника)