

# ОТКРЫТЫЙ УЧЕБНЫЙ ПРОЕКТ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Ласточкина Е. С., Лутковский В. М.

Кафедра смстемного анализа и компьютерного моделирования, Белорусский государственный университет  
Минск, Республика Беларусь  
E-mail: nikakun181@gmail.com, lutkovski@bsu.by

*Рассмотрен коллективный проект биометрической системы с использованием платформы Arduino и микроконтроллеров семейства MSP430. Определены задачи пошагового выполнения основных этапов учебного проекта. Приведены примеры практической реализации в виде двух законченных устройств для тренировки ритма речи и контроля состояния студента при изучении иностранного языка.*

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие и широкое использование интернета вещей требует подготовки квалифицированных специалистов, владеющих знаниями новейшей элементной базы, современных средств разработки встроенных систем и коммуникационных технологий [1]. Одна из проблем подготовки соответствующих специалистов, владеющих аппаратными средствами, обычно связана со сложившимися приоритетами большинства студентов: изучение веб-программирования считается более привлекательным в сравнении с изучением аппаратных средств и методов их проектирования. Другая проблема – при начальном обучении обычно ограничиваются механическим повторением стандартных проектов на уровне сборки систем из готовых узлов, входящих в наборы модулей Arduino, широко рекламируемых в сети [2], без углубления в их устройство и принцип действия. Цель данной публикации – поиск и демонстрация возможных подходов к решению указанных проблем путем привлечения внимания студентов к совместному проектированию оригинальных встроенных систем биометрического назначения, более гибкого планирования отдельных этапов разработки, а также путем использования современных образовательных технологий для формирования их индивидуальных и коллективных компетенций.

### 1. АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

При проектировании встроенной системы наряду с выбором микроконтроллера прежде всего определяется тип используемых сенсоров.

Среди множества известных биометрических сенсоров, наиболее часто используемых во встроенных системах на базе Arduino, можно выделить группу резистивных датчиков (Таблица 1)

Таблица 1 – Резистивные датчики

N	Тип	Обозначение
1	Терморезистор	NTC3950 100 K
2	Фоторезистор	MLG4458

Для начального знакомства с основами программирования и применения микроконтролле-

ров обычно используют подключение простейших резистивных датчиков и вывод данных на терминал или светодиодную индикацию. В качестве следующего шага обычно рассматривают подключение более сложных датчиков (например, датчика пульса KY-039 или углекислоты MH-Z19B).

Привлекательность платформы Arduino для начинающих объясняется простотой применения и широким набором стандартизованных сенсоров. Однако эта платформа ограничена относительно простыми проектами по причине неэффективным использованием флеш-памяти при использовании популярной среды разработки Arduino IDE.

Использование профессиональной среды разработки IDE IAR Embedded Workbench и микроконтроллеров семейства MSP430 [3] позволяет создавать более эффективные энергетически экономичные встроенные системы, что очень важно для биометрии.

К перспективным платформам для реализации встроенных систем следует также отнести одноплатный компьютер Raspberry PI [4].

## II. ЭТАПЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА

По итогам многолетнего опыта сложилась практика коллективного выполнения проектов по разработке встроенных систем с участием новичков и более опытных студентов. При этом процесс проектирования начинался с относительно простого, но действующего прототипа. Процесс проектирования в таком случае представляет собой развитие этого прототипа. Такой подход демонстрируется последовательностью этапов проектирования биометрической системы.

Этап 1. Постановка и уточнение задачи, изучение основ программирования микроконтроллеров, подключение простейших резистивных датчиков, вывод данных на терминал или светодиодную индикацию.

Этап 2. Реализация тренажера ритма дыхания на базе Arduino, резистивного датчика дыхания и светодиодов для индикации режимов работы. Задача этого этапа проекта ставится в общем

виде, а выбор детальной конфигурации предоставляется исполнителям, что стимулирует их активность.

Этап 3. После анализа результатов второго этапа исполнителям предлагается оптимизировать аппаратные затраты и встраиваемые программы с целью снижения энергопотребления.

Этап 4. Реализация законченной системы в виде законченного устройства открывает широкие возможности для развития креативности студентов и очень важна для формирования их профессиональных компетенций.

### III. ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗАЦИИ

Тренажер ритма дыхания, упомянутый выше, построен на базе Arduino и терморезистивных сенсоров (см. рис. 1).

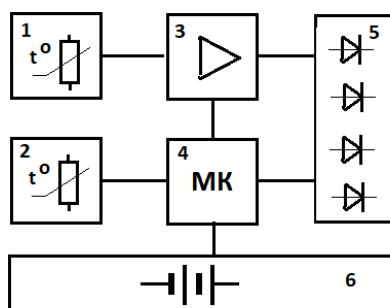


Рис. 1 – Структура проекта

На данном рисунке цифрами обозначены: 1 и 2 - терморезисторы, 3 - усилитель, 4 - микроконтроллер, 5 - светодиодная индикация, 6 - батарейный блок питания.

Бескорпусной терморезистор (под номером 1 на рис. 1) установлен на микрофоне гарнитуры тренируемого студента, что позволяет реализовать датчик дыхания, различающий вдох и выдох по текущему изменению его сопротивления. Аналогичный сенсор использован в биометрической системе [5].

В этом проекте также используются 4 светодиода различных цветов (белый, зеленый, голубой и красный, причем два из них задают рекомендуемые длительности вдоха и выдоха соответственно, два другие индицируют реальные длительности вдоха и выдоха. Первые два светодиода включаются поочередно, указывая сколько секунд надо вдыхать, и сколько выдыхать.

При этом в зависимости от уровня подготовки исполнителей индикацию реального вдоха и выдоха можно сделать аппаратно по усиленному и откомпарированному сигналу датчика дыхания либо осуществлять от микроконтроллера с использованием оцифровки и анализа сигнала датчика дыхания.

Задача тренируемого — дышать так, чтобы светодиоды реальных и заданных длительностей

вдоха и выдоха загорались и гасли попарно одновременно — два при вдохе, два — при выдохе.

Возможны различные направления развития и применения рассмотренного проекта. Прежде всего это подключение дополнительных биометрических датчиков (состава выдыхаемого воздуха, частоты сердцебиений, проводимости кожи). Например, анализ выдыхаемой углекислоты позволяет более строго оценить качество дыхания.

В виде законченного устройства на базе MSP430 реализована система контроля состояния студента для тренажера иностранного языка, представляющий собой упрощенную версию устройства Sita SuperLearning [5]. В этом устройстве в дополнение к датчику дыхания и светодиодам используется MP3-плеер, который воспроизводит иностранную речь при достижении ровного дыхания тренируемого студента.

### IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итогом пошагового выполнения проекта, рассмотренного в данном сообщении, наряду с приобретением практического опыта разработки встроенных систем, является создание законченных устройств, представляющих практический интерес.

Проект открыт для подключения новых исполнителей на любом этапе, и не критичен к уровню начальной подготовки вновь приходящих, что очень важно для его успешного выполнения при изменении состава участников.

При всей простоте каждого из рассмотренных этапов достигается формирование профессиональных компетенций и стимулируется развитие творческих отношений к поставленным задачам с акцентом на практическое применение достигнутых результатов.

Авторы считают приятным долгом выразить благодарность А.М. Поплетееву за техническую и спонсорскую поддержку проектов, а также Коржукову П.П. и Кольчевскому Н.Н. за плодотворное обсуждение решаемых задач.

1. Вишняков В.А. Развитие сетей «интернета вещей» и подготовка специалистов по инфокоммуникациям //Вестник связи. 2020 №3 (161). С. 50–53.
2. Arduino Home [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.arduino.cc/> — Дата доступа: 18.10.2022.
3. MSP430, Официальный сайт компании Texas Instruments //TI.COM. URL: <http://www.ti.com/> (дата обращения: 18.10.2022).
4. Raspberry Pi [Электронный ресурс] / BBC News 5 May 2011 — Режим доступа: <https://www.bbc.com/news/av/technology-13292450> — Дата доступа: 18.10.2022.
5. Multimodal Biomedical System for Human Emotion Monitoring /V.Lutkovski, D.Zheludkovich, A.Popleteev//Proc. of PRIP 2019. 21-23 May 2019. С. 90-92.
6. Изучение иностранных языков по системе Sita Learning system //Белорусская деловая газета. 1994 г. №1 (99). С.3.