

# Микроконтроллерное устройство мониторинга работы сердечно сосудистой системы

Ю.А. Луцик

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

220013, г. Минск, ул. П. Бровки, 6, [ual@tut.by](mailto:ual@tut.by)

Луцик Ю.А.

Резюме. Рассматривается разработанное устройство на основе микроконтроллера семейства AVR и датчиков, позволяющее контролировать работу сердечно-сосудистой системы (ССС). Реализована возможность беспроводной передачи информации о состоянии ССС специалисту врачу.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) сердечно-сосудистые заболевания являются основной причиной смертности во всем мире. По оценкам ежегодно от болезней сердца умирает 17 миллионов человек – что является около 30% всех случаев смертей в мире.

Цель данного проекта – разработка портативной системы для домашнего пользования, позволяющей выполнять непрерывную запись электрокардиограммы (ЭКГ) и данных о пульсе, а также осуществлять анализ полученных данных с формированием предварительного диагноза. В случае выявления проблем с работой ССС данные по сети (например, Internet) могут быть переданы для анализа врачу кардиологу, который, по полученным данным, может назначить более детальное обследование. Наряду с этим это устройство может быть использовано для контроля работы ССС при нагрузках получаемых, например, при тренировках на тренажерах.

Разработанное устройство представляет собой композицию нескольких блоков: аппаратный (выполненный на основе датчиков и микроконтроллера) и выполняющий измерения работы ССС и программный, реализованный в виде мобильного приложения. Основными функциями мобильного приложения являются: представление пользователю данных о ЭКГ и пульсе, хранения информации о предыдущих измерениях, выбор возможного режима работы устройства, постановка предварительного диагноза, уведомление о нарушениях работы ССС в пассивном режиме работы, уведомление сторонних лиц (врача) о диагнозе, который требует незамедлительного врачебного вмешательства. Визуальное отслеживание результата измерения может быть получено посредством, например, смартфона.

Выполняя анализ ЭКГ возможно получить следующую информацию о функционировании сердечной мышцы:

- частота сердечных сокращений;
- физическое состояние сердца;
- наличие аритмий;
- наличие острых или хронических повреждений миокарда;
- наличие нарушений обмена веществ в сердечной мышце;

Существует несколько основных методов анализа ЭКГ сигнала.

Первый метод – это метод локальных экстремумов [2] (рисунок 1), наиболее простой метод сегментации. Для этого нужно найти локальные экстремумы амплитуды. При этом задается некоторый порог амплитуды, соответствующий чувствительности и точности нахождения локальных экстремумов. Локальные минимумы показаны короткими отрезками, локальные максимумы длинными. Каждый локальный экстремум является вершиной зубца.

Недостатком метода является необходимость задания порога чувствительности, необходимость дополнительного уточнения оснований зубцов, а так же возможен пропуск зубцов на наклонных участках сигнала



Рисунок 1 – Локальные экстремумы

Второй метод – это метод спектрального анализа [2] (рисунок 2), позволяющий оценивать изменения амплитудно-частотных характеристик определённого участка кардиосигнала. Наиболее часто для спектрального анализа используется метод быстрого преобразования Фурье, с помощью

которого сигнал можно разложить на составляющие его колебания различной частоты и амплитуды.

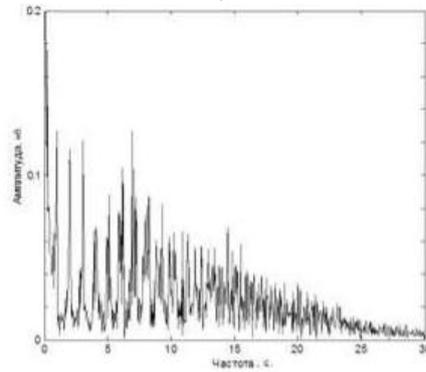


Рисунок 2 – Спектр одиночного кардиоцикла

В совокупности с другими диагностическими признаками спектральные показатели позволяют достичь высокой чувствительности выявления ишемической болезни сердца – порядка 98%.

Мобильное приложение разработано на языке Java в среде разработки Android Studio.

Аппаратная часть проекта выполнена на основе платформы Nano построенной на микроконтроллере Atmega328 (Arduino Nano v3.0), имеющего такие достоинства как:

- не требует (в отличие от одноплатных компьютеров) наличия операционной системы;
- программируется на широко известном и достаточно мощном языке программирования C/C++;
- имеет достаточный объём памяти и быстродействие;
- обладает низким энергопотреблением;
- наличие входов и выходов разных типов, позволяет подключать к нему различные датчики (цифровые и аналоговые).

Программа для управления работой микроконтроллера и получения данных, формируемых датчиками, реализована на языке C.

В проекте использованы: датчик ЭКГ [1], выполненный на микросхеме AD8232 позволяющий снимать аналоговый сигнал с электродов, фильтровать его от помех и усиливать его посредством операционного усилителя и датчик пульса Pulse Sensor [4]

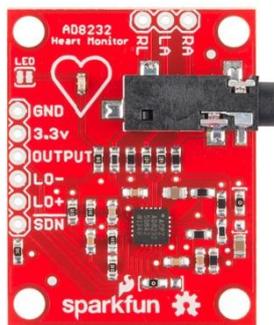


Рисунок 3 – Датчик ЭКГ



Рисунок 4 – Датчика пульса

Взаимодействие микроконтроллера с мобильным приложением обеспечивается модулем беспроводной связи (Bluetooth модуль HC-05) [3].

На рисунке 5 представлена изготовленная печатная плата устройства.

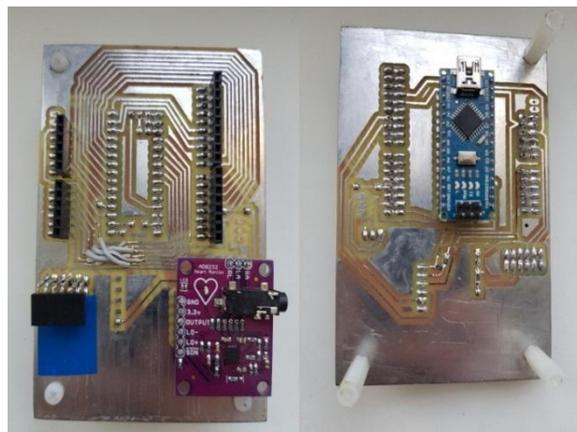


Рисунок 5 – Печатная плата устройства

На рисунке 6 приведено несколько примеров работы устройства.

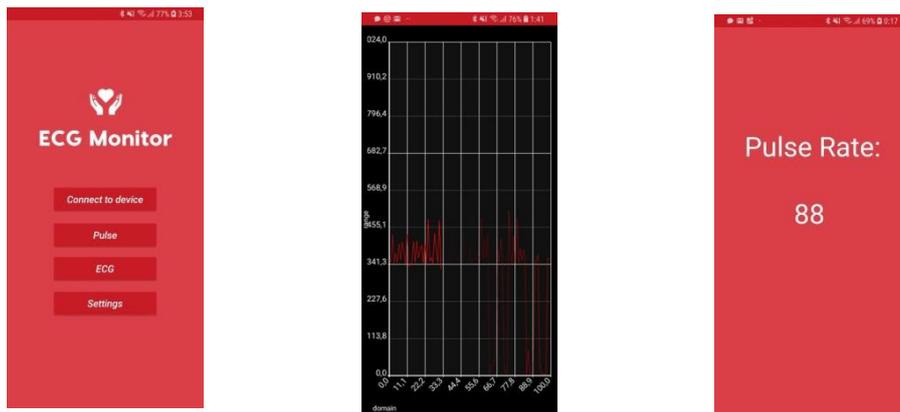


Рисунок 6 – Пример работы мобильного приложения

## Литература

- [1] QardioCore - Wearable EKG ECG Monitor. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://store.getqardio.com/products/qardiocore/>
- [2] Электрокардиограмма: расшифровка результатов, показания к ЭКГ, как определить болезни на ЭКГ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://okeydoc.ru/elektrokardiogramma-rasshifrovka-rezultatov-i-pokazaniya-k-vypolneniyu>
- [3] Настройка Bluetooth-модулей HC-05/06. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://robotclass.ru/articles/bluetooth-hc-05-06/1702/>
- [4] Уроки Arduino – пульсометр. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://lesson.iarduino.ru/page/urok-27-pulsometr/>