

ДАТЧИК ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Кузнецов Д.Н., к.т.н., доцент; Король В.А, магистрант

(ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ, г.Донецк, ДНР)

Анализ variability ритма сердца - это прогрессивный в медицине метод оценки риска сердечно-сосудистых заболеваний, предикторов заболеваний и психо-эмоционального состояния человека. Знание интервалов между сердечными сокращениями позволяют оценивать работу вегетативной нервной системы, и, используя математические методы, анализировать общее состояние человека.

С помощью анализа variability ритма сердца можно постоянно мониторить уровень стресса, определять, радуется или грустит пользователь, напряжен или расслаблен, выспался или нет.

Однако, как показали исследования, никакие носимые гаджеты, кроме ЭКГ-сенсоров, не могут дать качественные данные. Поэтому актуальной на сегодня задачей является создание простого в изготовлении и использовании датчика, который мог бы точно и оперативно отслеживать все показатели ЭКГ.

Целью работы является разработка простого в изготовлении и использовании портативного электронного устройства (датчика) для экспресс анализа variability ритма сердца человека.

Выделим основные требования к разрабатываемому устройству:

- малые размер и масса;
- автономный режим работы;
- минимальное число проводов и электродов, максимальный комфорт пользователя;
- запись информации в файл на электронный носитель;
- беспроводный интерфейс связи с компьютером;
- графический дисплей для контроля качества ЭКГ-сигнала

На рисунке 1 представлена предложенная структурная схема датчика variability.

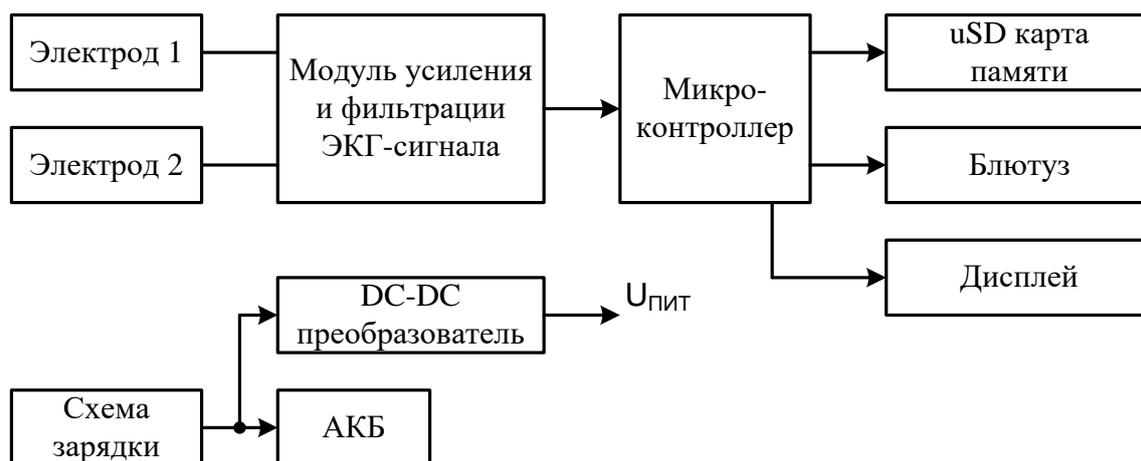


Рисунок 1 – Структурная схема датчика variability

Регистрация измерительных сигналов осуществляется с помощью электродов, закрепленных на запястьях двух рук. Модуль усиления и фильтрации формирует усиленный приблизительно в 1000 раз полезный ЭКГ-сигнал в полосе частот от 0,05 до 100 Гц и эффективно подавляет помехи с частотой промышленной сети 50 Гц и за пределами полосы пропускания.

Сформированный ЭКГ-сигнал поступает на микроконтроллер (МК) и оцифровывается с помощью встроенного в МК АЦП с частотой дискретизации порядка 1000 Гц. Измерительные данные сохраняются в файл на microSD карту памяти с целью дальнейшей обработки и анализа на компьютере. На дисплей выводится график ЭКГ-сигнала для контроля качества измерительного сигнала, которое зависит от контактов электродов с кожей и уровня электромагнитных помех. При необходимости датчик может подключаться к компьютеру по беспроводному интерфейсу Bluetooth для тонкой настройки и программирования режимов работы.

Устройство питается от аккумуляторной батареи АКБ через повышающий DC-DC преобразователь, обеспечивающий схему стабильным напряжением необходимого уровня.

Элементная база Для формирования ЭКГ-сигнала в схеме используется модуль на базе микросхемы AD8232. AD8232 представляет собой интегрированный блок формирования сигнала для ЭКГ и других приложений измерения биопотенциала. Он предназначен для извлечения, усиления и фильтрации небольших биопотенциальных сигналов в присутствии шумов. AD8232 включает в себя функцию быстрого восстановления, которая уменьшает длительность длинных остаточных хвостов фильтра верхних частот. После резкого изменения сигнала, который релаксирует усилитель, AD8232 автоматически настраивается на более высокий уровень отсечки фильтра. Эта функция позволяет AD8232 быстро восстанавливаться и, следовательно, выполнять правильные измерения сразу же после подключения электродов к пользователю [1].

AD8232 может реализовать двухполосный фильтр верхних частот для устранения артефактов движения и потенциала полуэлементов электрода. Этот фильтр объединен с инструментальной архитектурой усилителя, что обеспечивает большой коэффициент усиления и фильтрацию верхних частот за один проход, тем самым экономя пространство и стоимость.

В качестве экрана используется миниатюрный монохромный OLED дисплей с диагональю 0,96-дюймов с разрешением 128*64 пикселя на чипе SSD1306.

Датчик работает под управлением микроконтроллера Arduino Nano.

Программное обеспечение. Для визуализации кардиограммы на мониторе компьютера используется программа «PowerGraph». Данная программа предназначена для регистрации, визуализации, обработки и хранения аналоговых сигналов, записанных с помощью различных устройств сбора данных, и позволяет использовать персональный компьютер в качестве стандартных измерительных и регистрирующих приборов (вольтметров, самописцев, осциллографов, спектроанализаторов и др.) [2].

PowerGraph – это удобная система регистрации данных, которая обеспечивает:

- поддержку любых скоростей записи;
- неограниченный размер регистрируемых данных;
- запись произвольного набора каналов (до 32);
- программная и аппаратная синхронизация сбора данных (счетчики, таймеры, по уровню сигнала с записью пред- и пост-истории);
- использование индивидуальных настроек для каждого типа измерений;
- определение параметров сигналов по графикам с помощью скользящих маркеров;
- отображение полезной информации о записанных данных (дата и время начала записи, тип АЦП, размер данных);
- эффективная система навигации по данным;
- возможность редактирования данных.

PowerGraph предоставляет так же обширный набор функций цифровой обработки сигналов. В состав программного обеспечения «PowerGraph» входит постоянно расширяемая библиотека функций обработки сигналов (более 200 функций).

Фото опытного образца разработанного датчика variability приведено на рисунке 2. Опытный образец датчика выполнен в бескорпусном исполнении на печатной плате размером 100x70 мм. Для питания используется аккумуляторная Li-Ion батарея напряжением

3,7 В ёмкостью 1000 мА·ч, которая обеспечивает время непрерывной автономной работы порядка 10 часов (полный рабочий день).

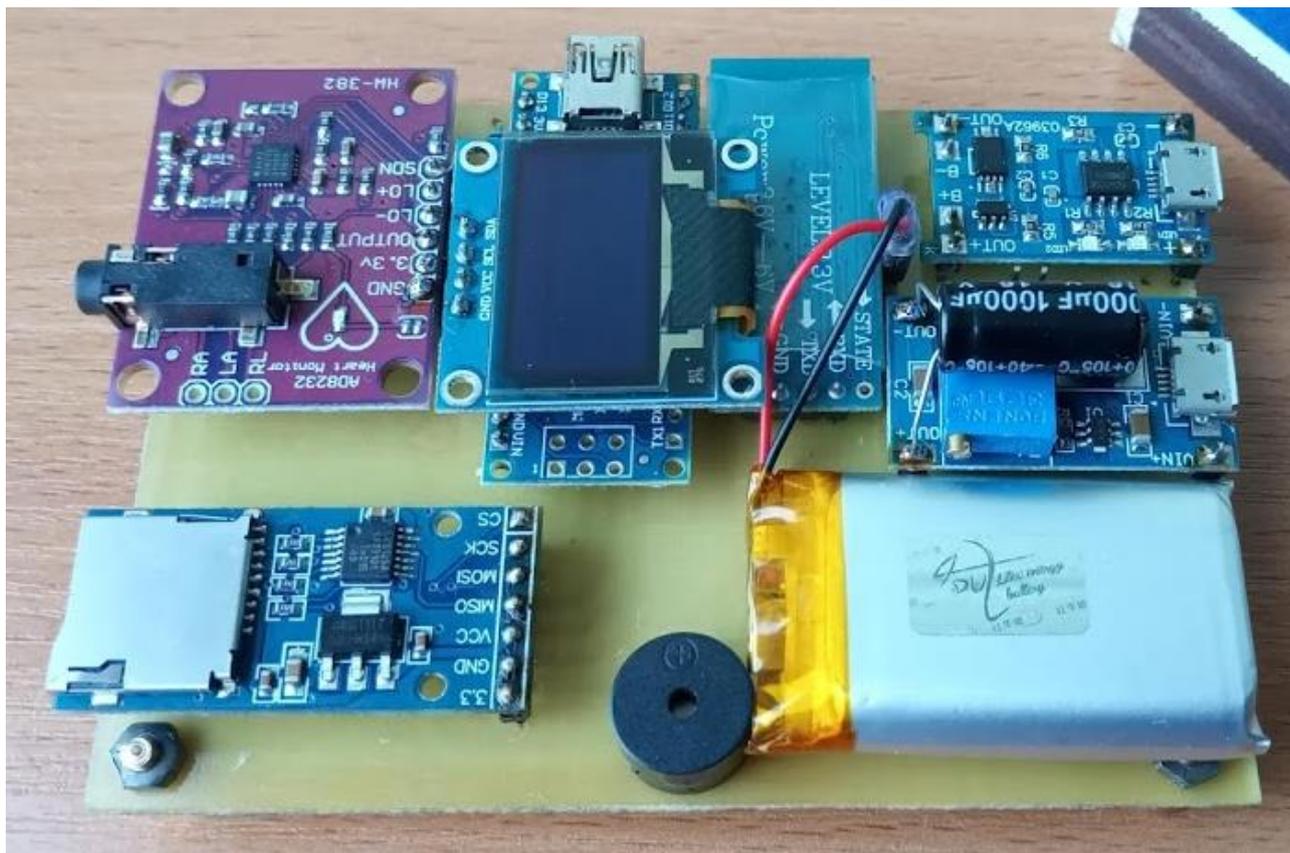


Рисунок 2 – Опытный образец датчика variability сердечного ритма

Выводы

1. Благодаря использованию современной элементной базы удалось создать простой и надежный ЭКГ-датчик variability сердечного ритма для оперативной оценки риска сердечно-сосудистых заболеваний, предикторов заболеваний и психо-эмоционального состояния человека

2. Датчик имеет малые размеры и массу и обеспечивает запись ЭКГ-сигнала в файл на microSD карту с одновременной передачей измерительных данных по беспроводному блютуз-интерфейсу на компьютер.

Перечень ссылок

1. AD8232 модуль снятия ЭКГ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://radiopro.ru/shop/merch/60> (дата обращения: 05.05.2021).

2. Кузнецов, Д.Н. Современные микроконтроллеры в системах измерения, управления, обработки и отображения информации : учеб. пособие для обучающихся образоват. учреждений высш. проф. образования / Д. Н. Кузнецов ; ГОУВПО «ДОННТУ». – Донецк : ДОННТУ, 2020. – 400 с. : ил., табл.

3. Программное обеспечение «PowerGraph». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.powergraph.ru> (дата обращения: 05.05.2021).