

ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА В РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ

БИМЕДИЦИНСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

УДК 615.47

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ПОСРЕДСТВОМ СИНХРОННОЙ РЕГИСТРАЦИИ ЭКГ И ФПГ

Д.А.Вершинин, П.А.Серко

«Самарский национальный исследовательский университет имени
академика С.П. Королёва», г. Самара

Ключевые слова: электрокардиография, фотоплетизмограмма, артериальное давление.

Анализ синхронных сигналов электрокардиограммы (ЭКГ) и фотоплетизмограммы (ФПГ) представляет собой многообещающую область для создания методик измерения артериального давления. Этот подход имеет большое значение для выявления патологий сердечно-сосудистой системы. Временные промежутки между важными точками этих сигналов, включая время распространения пульсовой волны (ВРПВ), тесно связаны с основными гемодинамическими показателями и могут быть использованы для неинвазивного определения артериального давления, оценки сосудистого тонуса и диагностики начальных нарушений. [1]

Обобщенная методика оценки артериального давления состоит из следующих процедур: регистрация ЭКГ и ФПГ, оцифровка сигнала ЭКГ при помощи микроконтроллера, вывод сигналов через последовательный порт на монитор и запись их в csv-файл, фильтрация и вычисление временных признаков, применение моделей машинного обучения для оценки систолического и диастолического давления.

В качестве ключевых требований к разрабатываемой аппаратуре можно выделить: высокую степень интеграции компонентов, малые габаритные размеры, низкое энергопотребление и малый уровень шумов, высокое качество ФПГ- сигнала. [2].

На основе вышеуказанных требований при построении канала регистрации ЭКГ был сделан выбор в пользу модуля AD8232 - это аналоговый интегрированный блок обработки сигналов для ЭКГ. Он предназначен для извлечения, усиления и фильтрации небольших биопотенциальных сигналов в условиях небольших помех. Для регистрации ФПГ-сигнала был выбран MAX30102 - это цифровой оптический датчик сердечного ритма (пульсоксиметр), построенный на принципе фотоплетизмографии. В качестве микроконтроллера был выбран

STM32F411CE с 12-битным АЦП и максимальной частотой дискретизации 2.4 млн. выб/с. Для передачи данных с микроконтроллера на ПК был выбран преобразователь USB-UART FT232RL. Структурная схема разработанного устройства приведена на рисунке 1.

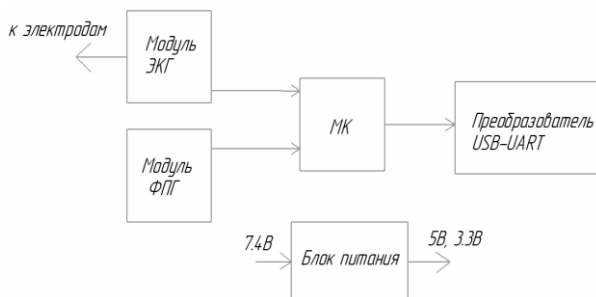


Рисунок 1 – Структурная схема регистратора ЭКГ-сигнала и ФКГ-сигнала

В состав устройства входит модуль AD8232, включающий трёхполосный ФНЧ для подавления высокочастотных шумов, вызванных мышечными сокращениями, и двухполосный ФВЧ для устранения артефактов движения. Также в нём есть встроенный ВЧ-фильтр, опорный генератор для подавления дополнительных помех, выходной буфер и инструментальный усилитель с коэффициентом подавления синфазного сигнала в 80 дБ. Для подключения электродов предусмотрены три отвода.

Модуль MAX30102 состоит из красного и инфракрасного светодиода, фотодиода, операционного усилителя, усиливающего слабый сигнал с фотодиода, АЦП и цифровой полосовой фильтр. Связь с микроконтроллером осуществляется по интерфейсу I2C. В качестве настроек было выбрано: частота дискретизации - 100 Гц, диапазон АЦП - 16384, максимальная яркость красного светодиода.

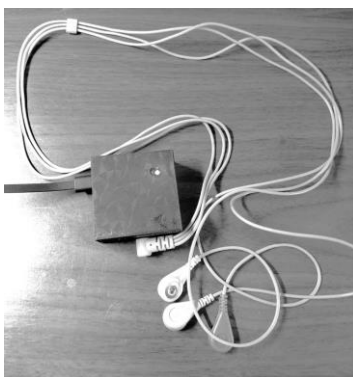


Рисунок 2 – Внешний вид регистратора ЭКГ-сигнала и ФПГ-сигнала

Микроконтроллер STM32F411CE обеспечивает аналого-цифровое преобразование электрокардиограммы с частотой дискретизации 125 Гц и передачу дискретизированного сигнала с данными с пульсоксиметра через последовательный порт на ПК. Питание осуществляется от литиевой батареи ёмкостью 1200 мАч с выходным напряжением 3.7 вольта. Разработанное устройство полностью удовлетворяет прикладываемым техническим требованиям. Внешний вид представлен на рисунке 2.

В ходе испытаний были получены стабильные сигналы ЭКГ и ФПГ у 6 человек в возрасте 19 - 20 лет, датчик пульса располагался на указательном пальце.

Список использованных источников

1. Finnegan, E., Davidson, S., Harford, M. et al. Features from the photoplethysmogram and the electrocardiogram for estimating changes in blood pressure. Sci Rep 13, 986 2023.

2. Karimpour P., May J. M., Kyriacou P. A. Photoplethysmography for the Assessment of Arterial Stiffness // Sensors (Basel). – 2023. – Vol. 23, № 24.

Науч. рук. – Акулов Сергей Анатольевич, к.т.н, доцент, доцент каф. ЛБС
Серко Павел Александрович, студ. гр. 6302-120304D, СУ serko.pvl05@mail.ru
Вершинин Демид Александрович, студ. гр. 6301-120304D, demid.vershinin2018@yandex.ru

УДК 616-71/-78

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА K1948BK В ЭЛЕКТРОННЫХ БЛОКАХ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ

П.А. Муравьев^{1,2}, А.Н. Муравьев¹, А.С. Поляев²

¹«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара

²ООО «АИР-Системы», г. Самара

Современные медицинские приборы немислимы без системы управления. Система управления зачастую строится на базе микроконтроллера.

Различные приборы имеют специфические требования к микроконтроллеру: энергопотребление, точность аналого-цифрового и цифроаналогового преобразователя (АЦП и ЦАП) и встроенным коммуникационным интерфейсам, таким как USB, COM-порт, CAN шина.

До недавнего времени при разработке новых электронных устройств медицинского назначения инженеры выбирали зарубежные микроконтроллеры (МК) семейства STM32 (STMicroelectronics, Швейцария), ESP32 (Espressif Systems, КНР) или AVR (Atmel (Microchip), США). В основе семейства 32-разрядных микроконтроллеров STM32