

УДК 57.087.1

## НОСИМОЕ УСТРОЙСТВО РЕГИСТРАЦИИ БИМЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛОВ

*Гавриленко В.С.*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: Осипов А.Н. – к.т.н., доцент, заведующий отраслевой лабораторией центра  
"Приборы, системы и технологии медицинского назначения"*

**Аннотация.** Разработаны структурная и принципиальная схемы носимого устройства регистрации биомедицинских сигналов на базе микроконтроллера ES32. Приведено описание структурной схемы и схемы электрической принципиальной. Описана реализация передачи данных с устройства на мобильное приложение по беспроводной связи Bluetooth

**Ключевые слова:** биомедицинский сигнал, структурная схема, микроконтроллер, ESP32, пульсоксиметр, носимое устройство, интернет вещей

**Введение.** Проблема охраны здоровья приобретает особую значимость для всего человечества в связи с ростом продолжительности жизни и процессом старения населения в развитых странах и демографическим взрывом в странах третьего мира, ограниченными кадровыми и материальными ресурсами здравоохранения, обострением экологической ситуации и глобальной пандемией, вызванной коронавирусом COVID 19. Разработка систем дистанционного мониторинга пациентов (СДМП) считаются одним из самых важных направлений в мобильном здравоохранении. Беспроводная нательная сеть (Wireless Body Area Network -WBAN) на основе IoT представляет собой сеть беспроводных датчиков между беспроводными устройствами, которые осуществляют удаленный мониторинг пользователей. Эффективная реализация данных систем возможна на базе микроконтроллеров ESP. Их особенностью являются встроенные Bluetooth- и Wi-Fi-модули, что позволяет сократить аппаратные затраты сетей WBAN. В связи с этим в данной работе рассмотрены вопросы синтеза нательных систем дистанционного мониторинга на базе контроллера ESP32.

**Основная часть.** В качестве программно-аппаратной платформы для системы контроля биометрических параметров человека был выбран микроконтроллер ESP32. Он является более новой и усовершенствованной моделью по сравнению с ESP8266. Обладает дополнительным ядром процессора с частотой 160...240 МГц, объем памяти данных – 512 Кб против у ESP8266. (ESP8266 одноядерный процессор, работающий на частоте 80 МГц, объем памяти данных -160 Кб).

Схема электрическая структурная представляет собой схему, в которой определяются основные функциональные части изделия и взаимосвязи между ними. Данные схемы разрабатываются на стадиях проектирования изделий, предшествующих разработке прочих схем, и используются для общего ознакомления с изделием и его функциональными возможностями [1]. Разрабатываемая мистема контроля биометрических параметров человека состоит из четырех блоков, предназначенных для измерения различных параметров, двух вспомогательных блоков и микроконтроллера, которых реализует связь между указанными блоками. Структурная схема проектируемого устройства представлена на рисунке 1.

Блок определения положения тела в пространстве совмещает в себе функции гироскопа и акселерометра и предназначен для контроля положения тела пользователя, выявления падений.

Пульсоксиметр позволяет осуществлять измерение пульса человека и уровень насыщенности кислородом крови.

Блок измерения температуры тела содержит в себе цифровой датчик температуры, который позволит осуществлять постоянный контроль за температурой тела пользователя.

Блок измерения частоты сердечных сокращений состоит из специального датчика, который позволяет измерять сердечный ритм.

Микроконтроллер обрабатывает входящие с перечисленных выше блоков показания и реагирует на них в соответствии с реализуемым алгоритмом. При выявлении каких-либо результатов измерений в критических диапазонах микроконтроллер осуществляет отправку сообщения в мобильное приложение с помощью технологии Bluetooth.

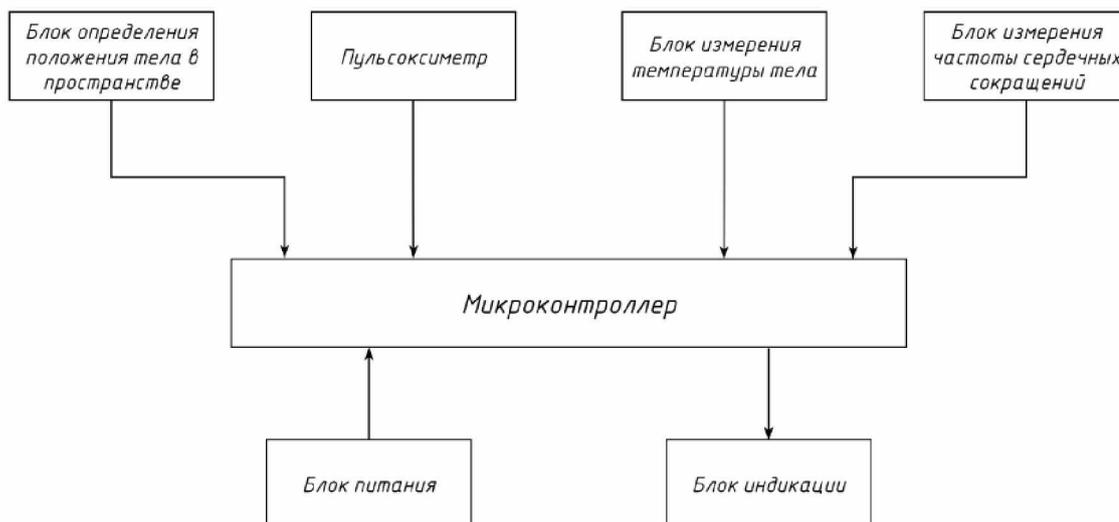


Рисунок 1 – Схема электрическая структурная системы контроля биометрических параметров человека

Блок питания содержит в себе источник питания, а также осуществляет преобразования напряжения источника до необходимого для питания значения (5 В).

На основе разработанной структурной схемы, а также с учетом информации о подключении датчиков была разработана схема электрическая принципиальная для системы контроля биометрических параметров человека, представленная на рисунке 2.

Питание устройства осуществляется с помощью элементов питания GB1. Далее напряжение повышается с помощью повышающего преобразователя U1 до напряжения питания схемы – 5 В.

Устройство A1 является датчиком температуры, который подключается к микроконтроллеру DD2 по шине 1-wire, что позволяет использовать только один вывод микроконтроллера и для питания, и для получения информации с датчика. Для системы контроля биометрических параметров человека в качестве датчика A1 был выбран датчик температуры DS18B20.

Элемент A2 представляет собой датчик сердечного ритма, который, в отличие от датчика температуры, питается напрямую от преобразователя напряжения U1. Данные отличия обусловлены различным напряжением питания у данных датчиков. Микросхема DD1 представляет собой схемы, которая объединяет в себе функциональные возможности гироскопа – устройства, способного реагировать на изменение углов ориентации тела, на котором оно установлено, и акселерометра – устройства, измеряющего проекцию кажущегося ускорения тела.

Микросхема DD3 является пульсоксиметром в проектируемом устройстве, т.е. измеряет частоту пульса и уровень насыщенности крови кислородом. Линейный регулятор

U2, который понижает напряжение, выдаваемое микроконтроллером, до напряжения, необходимого для питания микросхемы, и стабилизирует его.

Светодиоды HL1...HL3 в совокупности с токоограничивающими резисторами R4...R6 образуют блок индикации, который позволяет получить визуальную информацию о режиме работы системы контроля и происходящих в ней процессах. Элементная база представляет собой совокупность компонентов, которые входят в состав конечного электронного изделия. Грамотный и разумный подход к выбору элементной базы определяет итоговое качество проектируемого устройства. При выборе элементной базы исходными данными являются электрическая принципиальная схема и условия эксплуатации конечного устройства, поскольку каждый отдельный компонент должен соответствовать им, чтобы обеспечить корректность работы изделия в оговоренных условиях.

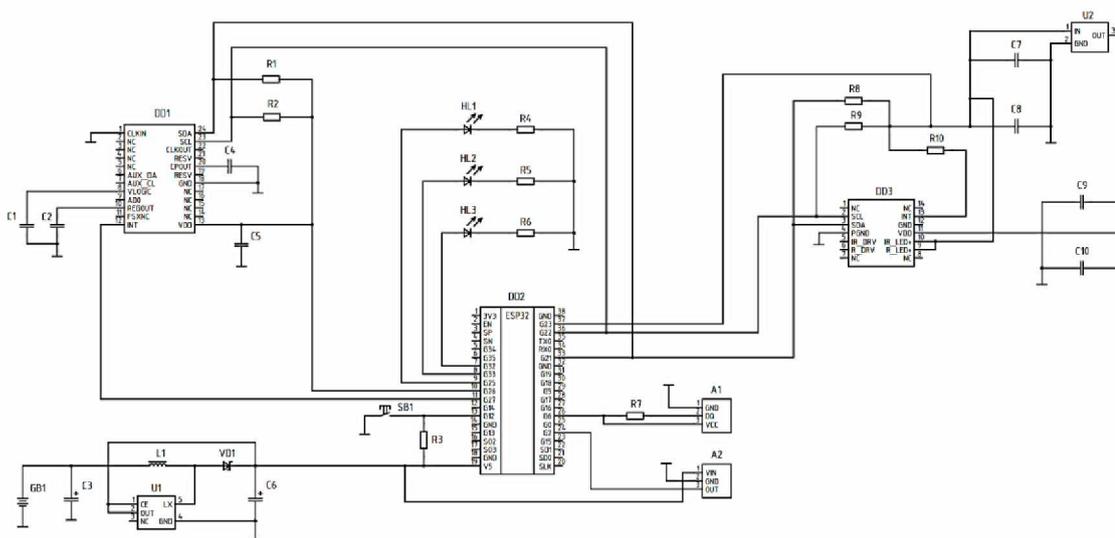


Рисунок 2 – Схема электрическая принципиальная системы контроля биометрических параметров человека

В качестве датчика A2 был выбран датчик сердечного ритма KY-039. Для реализации конденсатора C1 был выбран конденсатор поверхностного монтажа в корпусе SMD 0402. В качестве конденсаторов C2, C5, C7, C9 используются конденсаторы GRM155R71C104K в корпусе SMD 0402.

Для реализации электролитического конденсатора C3 был выбран танталовый конденсатор TAJB106K016RNJ в корпусе типа В (1210). В качестве конденсатора C4 используется конденсатор поверхностного монтажа GRM155R61C222KA01D в корпусе SMD 0402. Электролитический конденсатор C6 реализован с помощью танталового конденсатора TAJB686K010RNJ в корпусе типа В (1210). Для реализации конденсаторов C8 и C10 были выбраны конденсаторы GRM188R61C106KAALD в корпусе SMD 0603.

Для реализации функций системы контроля по определению положения тела пользователя в пространстве используется микросхема DD1 MPU-6050. В качестве элемента DD2 используется микроконтроллер ESP32 в исполнении ESP32-DevKitC V4. В качестве пульсоксиметра используется микросхема DD3 MAX30100.

Для визуального отображения информации о том, что устройство выполняет какой-либо длительный процесс используется светодиод HL1, для реализации которого используется SMD-светодиод GNL-0603UBC в корпусе SMD 0603. Для предоставления пользователю информации о корректности работы устройства используется светодиод HL2 GNL-0603PGC в корпусе SMD 0603. Для предупреждения о некорректности работы системы контроля используется светодиод HL3 GNL-0603UHRC-TL также в корпусе SMD

0603. В качестве катушки индуктивности L1 для обеспечения возможности повышения напряжения используется катушка B82477G4473M. Для реализации резисторов R1, R2 используются резисторы поверхностного монтажа RC0805FR-072K2L в корпусе SMD 0805.

В качестве подтягивающего резистора R3 было принято решение использовать резистор RC0805FR-0710KL в корпусе SMD 0805. Для ограничения тока, проходящего через светодиоды, используются резисторы R4...R6. В качестве резисторов R4 и R5 были выбраны резисторы RC0805FR-0710RL в SMD-корпусе типа 0805. Для резистора R6 было принято решение использовать резистор RC0805FR-0743RL в корпусе SMD 0805. В качестве элемента R7 используется резистор поверхностного монтажа RC0805FR-074K7L в корпусе SMD 0805. Для реализации резисторов R8...R10 было принято решение использовать резисторы RC0805FR-07470RL в SMD-корпусе типа 0805.

Запуск и остановка работы системы контроля осуществляется кнопкой SB1. Для повышения напряжения используется преобразователь U1, в качестве которого был выбран повышающий преобразователь NCP1402SN50T1G. Понижение напряжения до необходимого для питания пульсоксиметра осуществляется преобразователем U2, который реализован посредством линейного регулятора с малым падением напряжения AMS1117-1.8.

Таким образом, элементная база для системы контроля биометрических параметров была выбрана с полным соответствием всем предъявляемым к ней и конечному изделию техническим требованиям и условиям эксплуатации.

**Заключение.** В данном докладе рассмотрены вопросы реализации беспроводной даточной сети для контроля физиологических параметров на базе микроконтроллера ESP32 приведены и описаны структурная и функциональная электрические схемы сети. Использование данной системы в первую очередь предполагается людьми, находящимися в повышенной зоне риска, которым ввиду различных хронических или острых заболеваний может понадобиться контроль за различными жизненными показателями.

### **Список литературы**

1. Схемы электрические структурные // Лаборатория Электронных Средств Обучения СибГУТИ [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://www.labfor.ru/guidance/eskd/63>. – Дата доступа: 04.01.2024.

UDC 57.087.1

## **WEARABLE DEVICE FOR REGISTRATION OF BIOMEDICAL SIGNALS**

*Gavrilenko V.S.*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

*Osipov A.N. – Cand. of Sci., associate professor, head of the research laboratory of the center "Device, systems and technologies for medical purposes"*

**Annotation.** The structural and circuit diagrams of a wearable device for recording biomedical signals based on the ES32 microcontroller have been developed. A description of the block diagram and electrical circuit diagram is given. The implementation of data transfer from a device to a mobile application via Bluetooth wireless communication is described

**Keywords:** biomedical signal, block diagram, microcontroller, ESP32, pulse oximeter, wearable device, internet of things