

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»  
(Самарский университет)

Институт информатики и кибернетики

Кафедра лазерных и биотехнических систем

Пояснительная записка к курсовому проекту

”Носимый монитор ЭКГ”

Выполнил студент группы 6364-120304D: \_\_\_\_\_ Репик В.И.

Руководитель проекта: \_\_\_\_\_ Корнилин Д.В.

Работа защищена с оценкой: \_\_\_\_\_

Самара 2023

## ЗАДАНИЕ

Разработать монитор активности и отслеживания падений со следующими параметрами:

- Амплитуда сигнала от 0.5 мВ до 4 мВ
- Диапазон частот 0.05 Гц до 40 Гц
- Погрешность регистрации амплитуды и частоты 1%
- Передача данных по интерфейсу Bluetooth;
- Предусмотреть возможность сохранения данных на встроенном носителе в течение суток
- Питание батарейное.

## РЕФЕРАТ

Пояснительная записка: 15 страниц, 4 рисунков, источников, 1 приложение.

НОСИМЫЙ МОНИТОР ЭКГ, МИКРОКОНТРОЛЛЕР, BLUETOOTH, STM32WB, АЛГОРИТМ, ADS1293

В курсовом проекте разработаны структурная и принципиальная схемы монитора ЭКГ, с использованием интегральной AFE микросхемы ADS1293. Был осуществлен выбор микроконтроллера со встроенным блоком Bluetooth. Разработан алгоритм анализа данных и программа на языке Си, реализующая его.

## СОДЕРЖАНИЕ

1	РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА . . . . .	6
2	РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА . . .	8
2.1	Выбор микроконтроллера . . . . .	8
2.2	Выбор аккумулятора . . . . .	11
3	РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ . . . . .	13

## ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация различных процессов на базе интеллектуальных систем невозможна в современном мире без использования устройств такого типа, как микроконтроллер. Многофункциональные, компактные микроконтроллеры применяются во многих современных приборах, бытовом оборудовании, прочих инженерно-технических объектах, а также в медицинской диагностике.

Согласно статистике сердечно-сосудистые заболеваний являются причиной смерти 17,9 млн человек в год. Именно поэтому мониторинг и диагностика состояния сердечно-сосудистой системы человека является такой важной задачей. Самым простым методом диагностики является ЭКГ.

В данном курсовом проекте рассматривается проектирование носимого монитора ЭКГ, автономной системы, позволяющий вести непрерывный мониторинг показателей сердечно-сосудистой системы человека. В процессе проектирования были выбраны микросхема ADS1293 и микроконтроллер STM32WB55RCV6 со встроенным модулем Bluetooth, а также была написана программа управления на языке Си.

## 1 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА

Структурная схема устройства представлена на рисунке 1.

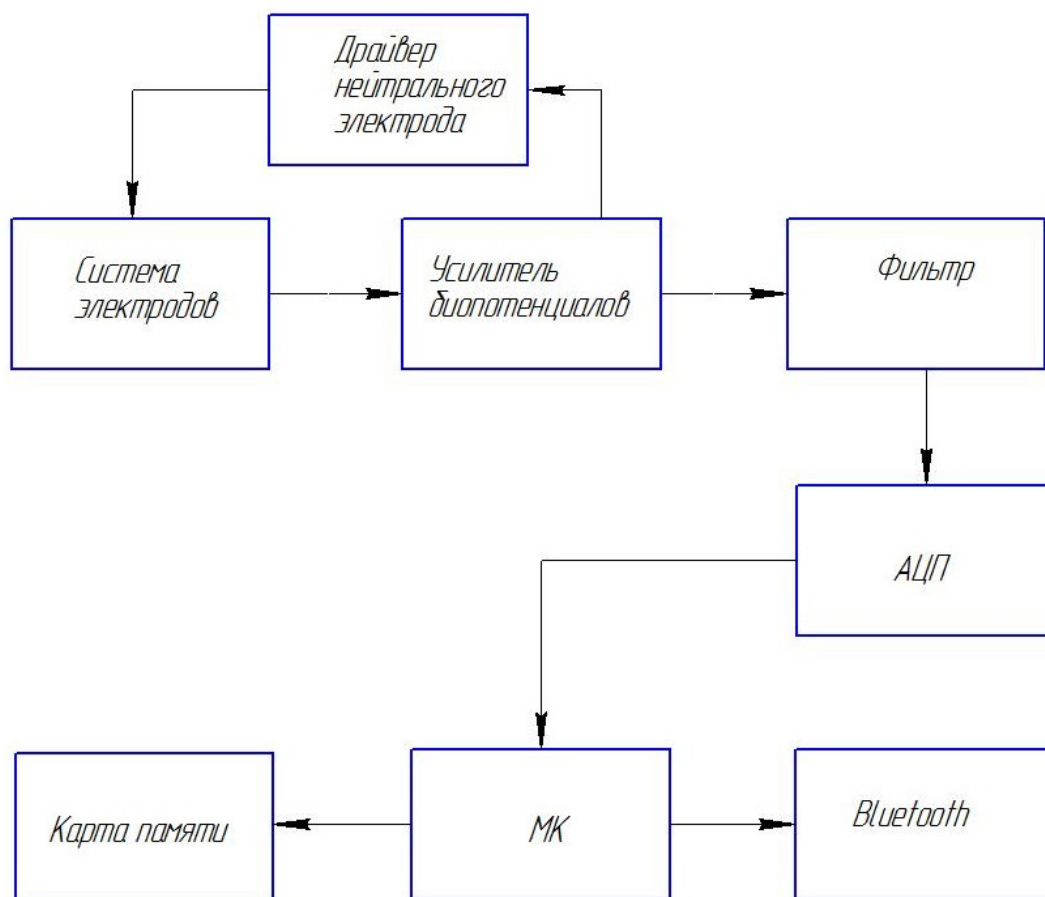


Рисунок 1 – Структурная схема устройства

Принцип работы устройства заключается в следующем.

AFE микросхема ADS1293, производит измерение биопотенциала сердечной мышцы

# ?? как это по русски записать

Эти данные поступают в микроконтроллер, где они проходят первичную обработку,

Так же, данные передаются по модулю Bluetooth, интегрированному в микроконтроллер. Передача данных запускается по таймеру. На устройстве есть LED-индикатор, который сигнализирует о передаче пакета данных.

Все элементы схемы питаются от литий-полимерного аккумулятора, имеющего номинальное напряжение 3.7 В, и DC-DC преобразователя, встроенного в микроконтроллер, который стабилизирует напряжение до уровня 3.3 В, необходимого всем элементам устройства.

## 2 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА

Электрическая принципиальная схема представлена в приложении.

### 2.1 Выбор микроконтроллера

С учетом технического задания микроконтроллер должен обладать следующими свойствами:

- Интерфейс для работы с микросхемой ADS1293: SPI;
- Интерфейс для работы с внешней флеш-памятью: SPI или  $I^2C$ ;
- Для передачи данных по Bluetooth: встроенный стек протокола Bluetooth;
- Малое энергопотребление;
- Свободные выходы для подключения индикатора и выходов прерываний от ADS1293;

Для решения задачи был выбран микроконтроллер STM32WB35CCU6A фирмы ST Microelectronics [1]. STM32WB35 содержит два производительных ядра ARM-Cortex:

- ядро ARM® -Cortex® M4 (прикладное), работающее на частотах до 64 МГц, для пользовательских задач имеется модуль управления памятью, модуль плавающей точки, инструкции ЦОС (цифровой обработки сигналов), графический ускоритель (ART accelerator);
- ядро ARM®-Cortex® M0+ (радиоконтроллер) с тактовой частотой 32 МГц, управляющее радиотрактом и реализующее низкоуровневые функции сетевых протоколов;

Данный микроконтроллер включает в себя все необходимые периферийные устройства, такие как интерфейсы передачи данных SPI, необходимый для подключения к акселерометру, и радиоконтроллер с поддержкой Bluetooth.

Основные характеристики:



- типовое энергопотребление 50 мкА/МГц (при напряжении питания 3 В);
- потребление в режиме останова 1,8 мкА (радиочасть в режиме ожидания (standby));
- потребление в выключенном состоянии (Shutdown) менее 50 нА;
- диапазон допустимых напряжений питания 1,7...3,6 В (встроенный DC-DC-преобразователь и LDO-стабилизатор);
- рабочий температурный диапазон -40...105°C.

Структурная схема микроконтроллера приведена на рисунке 2, а назначение выводов портов корпуса на рисунке 3

Figure 2. STM32WB35xx block diagram

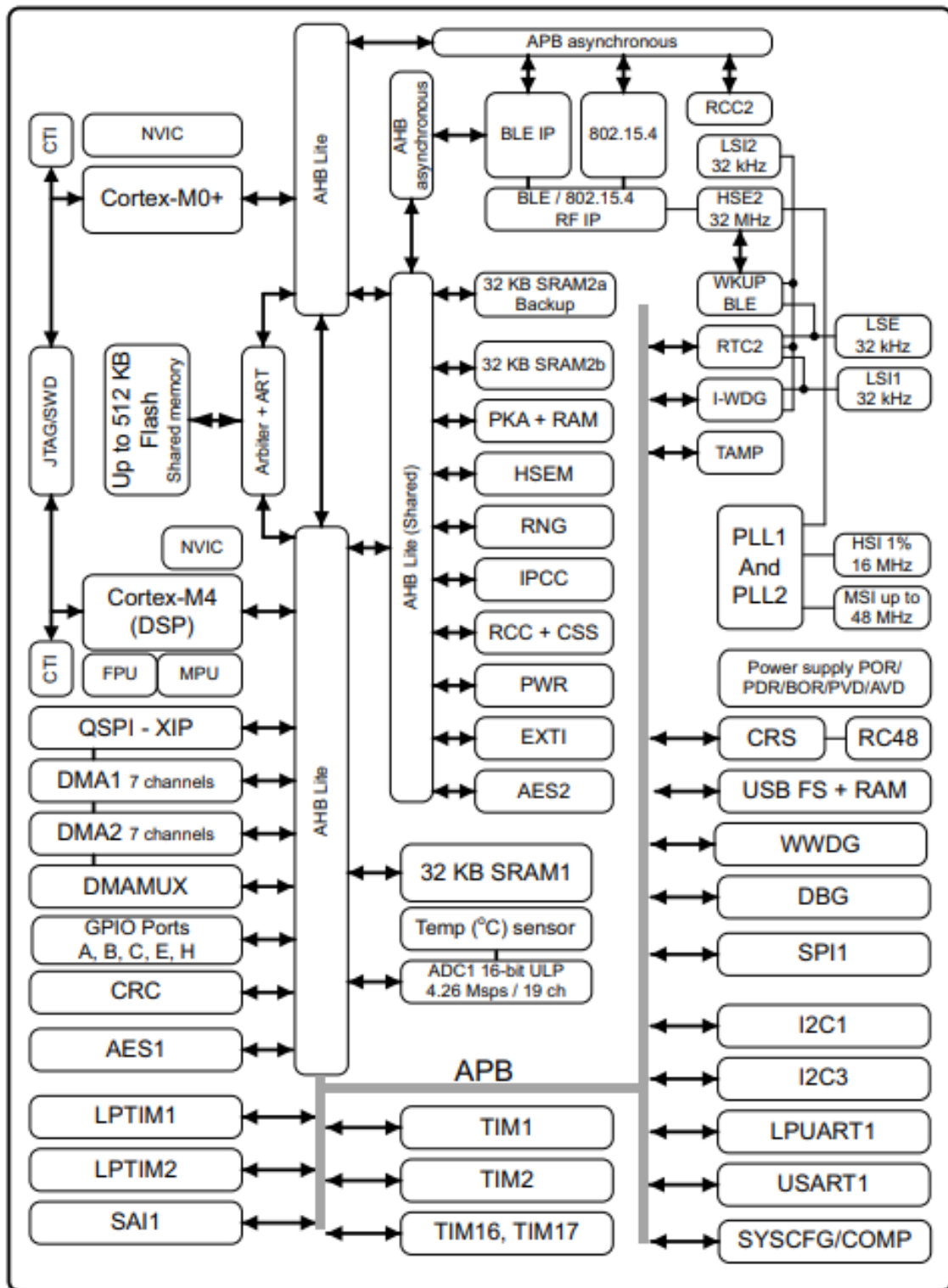


Рисунок 2 – Структурная схема

VFQFPN68

Pin 1: VBAT  
Pin 2: PC13  
Pin 3: PC14-OSC32\_IN  
Pin 4: PC15-OSC32\_OUT  
Pin 5: PH3-BOOT0  
Pin 6: PB8  
Pin 7: PB9  
Pin 8: NRST  
Pin 9: PC0  
Pin 10: PC1  
Pin 11: PC2  
Pin 12: PC3  
Pin 13: VREF+  
Pin 14: VDDA  
Pin 15: PA0  
Pin 16: PA1  
Pin 17: PA2  
Pin 18: PA3  
Pin 19: PA4  
Pin 20: PA5  
Pin 21: PA6  
Pin 22: PA7  
Pin 23: PA8  
Pin 24: PA9  
Pin 25: PA10  
Pin 26: PA11  
Pin 27: PA12  
Pin 28: PA13  
Pin 29: PA14  
Pin 30: PA15  
Pin 31: PA16  
Pin 32: PA17  
Pin 33: PA18  
Pin 34: PA19  
Pin 35: PA20  
Pin 36: PA21  
Pin 37: PA22  
Pin 38: PA23  
Pin 39: PA24  
Pin 40: PA25  
Pin 41: PA26  
Pin 42: PA27  
Pin 43: PA28  
Pin 44: PA29  
Pin 45: PA30  
Pin 46: PA31  
Pin 47: PA32  
Pin 48: PA33  
Pin 49: PA34  
Pin 50: PA35  
Pin 51: PA36  
Pin 52: PA37  
Pin 53: PA38  
Pin 54: PA39  
Pin 55: PA40  
Pin 56: PA41  
Pin 57: PA42  
Pin 58: PA43  
Pin 59: PA44  
Pin 60: PA45  
Pin 61: PA46  
Pin 62: PA47  
Pin 63: PA48  
Pin 64: PA49  
Pin 65: PA50  
Pin 66: PA51  
Pin 67: PA52  
Pin 68: PA53

Подключение будет осуществляться согласно типовой схеме из Application note [2](рисунок 4)

## 2.2 Выбор аккумулятора

11

ную емкость 310 мАч, номинальное напряжение 3,7 В, вес 8г. Длина:  $50\pm 1$  мм. Ширина:  $33\pm 1$  мм. Толщина:  $2,3\pm 1$  мм.

Так как в микроконтроллере есть встроенный DC-DC преобразователь, внешний можно не ставить, подключив положительный электрод батареи к выводу микроконтроллера VBAT. Внутренний DC-DC преобразователь стабилизирует напряжение на выводе VDD на уровне 3.3В, необходимого для питания всех элементов схемы.

### 3 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ

Для работы программы необходимо для начала разработать алгоритм. Алгоритм нашего устройства представлен на

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Data Sheet на микроконтроллер STM32WB55CCU6 [Электронный ресурс]. URL:<https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32wb55cc.pdf> (Дата обращения: 16.05.2023)

2 Application note на микроконтроллеры серии STM32WB [Электронный ресурс]. URL:[https://www.st.com/resource/en/application\\_note/an5165-development-of-rf-hardware-using-stm32wb-microcontrollers-stmicroelectronics.pdf](https://www.st.com/resource/en/application_note/an5165-development-of-rf-hardware-using-stm32wb-microcontrollers-stmicroelectronics.pdf) (Дата обращения: 16.05.2023)

3 Спецификация на Li-pol аккумулятор LP-310-233350 [Электронный ресурс]. URL:<https://static.chipdip.ru/lib/412/DOC005412828.pdf> (Дата обращения: 16.05.2023)