

## СИСТЕМА МНОГОКАНАЛЬНОЙ АУДИОЗАПИСИ НА БАЗЕ АППАРАТНОЙ ПЛАТФОРМЫ STM32

Субботенко О.Р., студент

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

Порхун М.И. – маг. техн. наук, старший преподаватель

В работе рассматривается реализация системы многоканальной аудиозаписи на базе аппаратной платформы STM32. Система позволяет осуществлять запись звукового сигнала одновременно по нескольким каналам благодаря использованию микрофонного блока и сохранять результат в одном файле. Проверка работоспособности системы выполнена путем макетирования.

Система многоканальной аудиозаписи реализована на базе аппаратной платформы BlueCoin с микроконтроллером STM32 на борту. На рисунке 1 изображена структура системы.

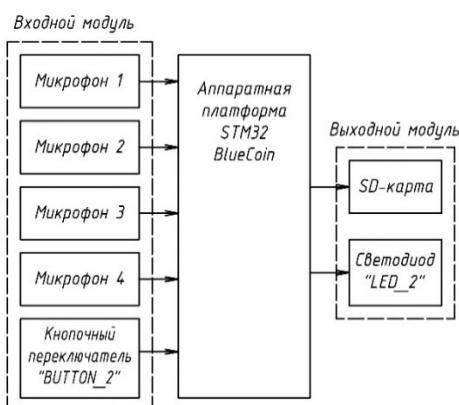


Рисунок 1 – Структурная схема системы многоканальной аудиозаписи

Основным компонентом системы является аппаратная платформа BlueCoin, на борту которой установлен микроконтроллер STM32F446MEY6. Микроконтроллеры, относящиеся к подсемейству STM32F4, являются высокопроизводительными и предназначены для приложений с большим объемом вычислений и мультимедиа [1]. Многоканальная аудиозапись осуществляется при помощи четырех микрофонов MP34DT06JTR, установленных на выбранной аппаратной платформе. MP34DT06J – это компактный, маломощный, всенаправленный цифровой MEMS-микрофон, оснащенный емкостным чувствительным элементом и интерфейсом IC [2]. Кнопочный переключатель “Button\_2”, посредством которого начинается и заканчивается запись аудиоданных, установлен на платформе BlueCoin и инициализируется при прошивке. Индикатором ведущейся звукозаписи является мигающий светодиод “LED\_2” (один из восьми, установленных на платформе). После окончания записи аудиоданные перемещаются из буфера в WAV-файл, который сохраняется на microSD-карту. Устройство питается от компьютера, с которого загружается прошивка. Также оно может питаться от батареи, которая идет в комплекте с отладочным набором.

Обобщенный алгоритм работы устройства приведен ниже:

1. Подключение необходимых библиотек.
2. Объявление экземпляров классов для работы с файловой системой FatFs и глобальных переменных.
3. Действия, выполняемые один раз вначале при прошивке:
  - 3.1. Инициализация HAL библиотеки;
  - 3.2. Настройка тактовой частоты;
  - 3.3. Инициализация периферийных устройств;
  - 3.4. Установка приоритета прерываний и разрешения на их обработку.
4. Действия, выполняемые в цикле:
  - 4.1. Проверка обнаружения microSD-карты;
  - 4.2. Начало и окончание записи аудиоданных в WAV-файл по нажатию на кнопочный переключатель;
  - 4.3. Сохранение созданного WAV-файла на SD-карту.

Проектирование программного обеспечения производилось в среде разработки STM32CubeIDE. Она объединяет в себе функции настройки STM32 и создания проектов из среды STM32CubeMX [3].

Проверка корректности работы системы выполнена путем макетирования с использованием отладочного набора BlueCoin starter kit STEVAL-BCNKT01V1, в состав которого входят:

- основная станция (BlueCoin Core System);

- опорная станция для автономной работы (BlueCoin Cradle board);
- плата для прошивки (CoinStation board) [4].

Для прошивки необходимо соединить BlueCoin Core System и CoinStation board между собой. Затем данную конструкцию нужно подключить к плате NUCLEO-L552ZE-Q, заранее переведенную в режим «ST-LINK» посредством SWD. NUCLEO-L552ZE-Q и CoinStation board должны быть подключены к питанию через разъем Micro-USB. Для проверки корректности подключения и загрузки исполняемого файла .elf на микроконтроллер используется среда STM32CubeProgrammer.

Для записи аудиосигнала нужно соединить платы BlueCoin Core System и BlueCoin Cradle board, куда заранее вставлена microSD-карта, и подключить их к питанию. На данном этапе проверяется функционал разработанной системы: начало и окончание записи аудиофайла, мигание светодиодом во время записи. Далее microSD-карта извлекается, и можно приступать к анализу записанных WAV-файлов.

На рисунке 2 показаны фото разработанного макета в различных режимах работы: прошивка микроконтроллера (рисунок 2 а) и запись аудиосигнала (рисунок 2 б)).

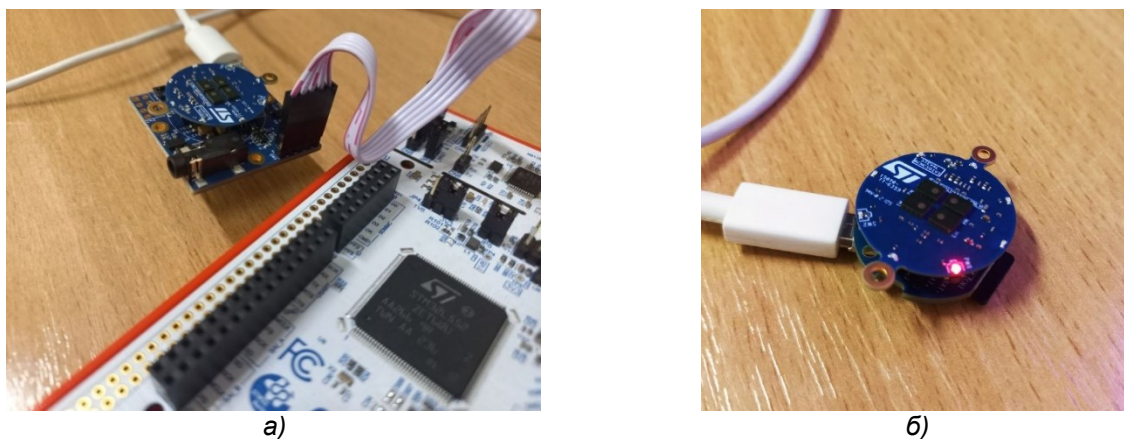


Рисунок 2 – Макет системы многоканальной аудиозаписи на базе аппаратной платформы STM32 BlueCoin: а) прошивка микроконтроллера; б) запись аудиосигнала

Фрагмент частотно-временного представления записанного сигнала приведен на рисунке 3.

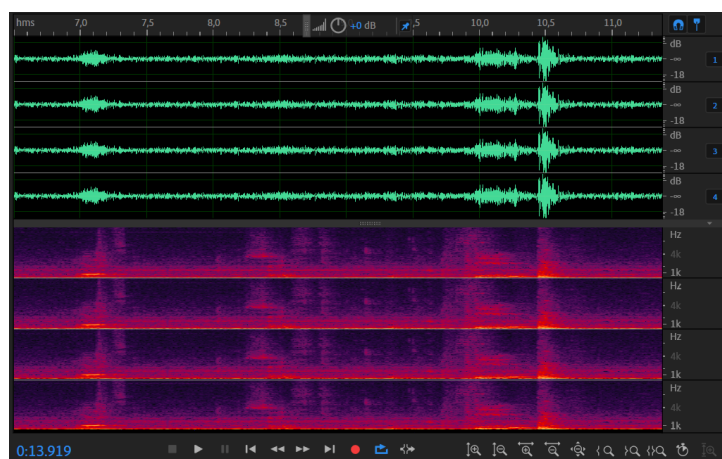


Рисунок 3 – Фрагмент частотно-временного представления записанного аудиосигнала

Анализ полученных записей подтверждает корректность работы системы. Высокая степень схожести сигналов свидетельствует о точной синхронизации каналов при захвате данных, а также демонстрирует отсутствие фазовых искажений и сбоев при оцифровке звука.

В процессе разработки устройства были пройдены такие этапы, как создание структуры системы, написание алгоритма программы и ее отладка. Результатом работы является макет устройства и записанные аудиофайлы.

**Список использованных источников:**

1. Новиелло, К. Освоение STM32 / К. Новиелло – Виктория (Британская Колумбия). : Leaprub, 2018. – С. 21 – 33.
2. MP34DT06J Datasheet : Datasheet / STMicroelectronics. – Geneva, Switzerland, 2021. – 20 с.
3. Integrated Development Environment for STM32 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.st.com/en/development-tools/stm32cubeide.html>
4. STEVAL-BCNKT01V1 Data brief : Data brief / STMicroelectronics. – Geneva, Switzerland, 2019. – 7 с.