Далее программа вызывает функцию пользователя PlotAxis(). Эта функция рисует оси координат *X* и *Y*, на которые наносятся штрихи с помощью функции Glcd_Dot(). На ось *Y* наносятся метки от 0 °C до 50 °C с шагом 10 °C при помощи функции Glcd_Write_Text().

Затем программа входит в бесконечный цикл повторения с помощью инструкции while(1). Внутри этого цикла аналоговая температура от датчика преобразуется в цифровой формат и сохраняется в переменной с именем temp с помощью функции ADC_Read(0), в которой номер канала определен как 0 для линии порта *RA*0. Это цифровое значение преобразуется в милливольты путем умножения на 5000 и деления на 1023. Действительная температура в градусах Цельсия рассчитывается путем деления полученного напряжения в милливольтах на число 10.

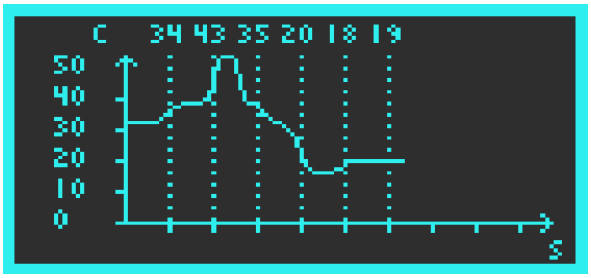


Рис. 2. График изменения окружающей температуры

Далее программа вызывает пользовательскую функцию PlotXY(), которая выводит на ГЖКД график изменения температуры через 1 с. Для построения графика используется библиотечная функция Glcd_Line(). Эта функция рисует линию между координатами по оси *Y* через 1 с. Также эта функция выводит вверху графика значение температуры каждые 10 °C и рисует штриховую линию сетки при помощи функции Glcd_Dot() в цикле for(). На рис. 2 приведен график изменения окружающей температуры через 1 с.

Литература

1. Шпак, Ю. А. Программирование на языке C для AVR и PIC микроконтроллеров / Ю. А. Шпак. – К. : МК-Пресс ; СПб. : КОРОНА-ВЕК, 2011. – 544 с.
2. MikroC PRO for PIC. User's manual. – 2014. – URL: http://www.mikroe.com (дата обращения: 15.03.2026).

ЛИФТОВАЯ ПАНЕЛЬ С СИСТЕМОЙ ГОЛОСОВОГО УПРАВЛЕНИЯ

Д. А. Роговой

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Д. А. Литвинов

Рассмотрено проектирование интеллектуальной лифтовой панели с системой локального распознавания голосовых команд на базе микроконтроллера ESP32-S3.

Ключевые слова: лифтовая панель, голосовое управление, распознавание речи, TensorFlow Lite Micro, ESP32-S3, Keyword Spotting, CAN, RS-485, микроконтроллер.

Лифтовые системы являются важной частью инженерной инфраструктуры современных зданий. Для взаимодействия пользователя с лифтом применяются панели управления, устанавливаемые внутри кабины (рис. 1) и на этажах здания. Панель управления внутри кабины называется Car Operating Panel (COP), а панель вызова лифта (рис. 2) на этажах – Landing Operating Panel (LOP) [1]. Традиционно управление осуществляется посредством кнопочного интерфейса, однако развитие технологий обработки речи позволяет использовать голосовые команды в качестве дополнительного способа взаимодействия пользователя с лифтовой системой.



Рис. 1. Панель управления внутри кабины лифта



Рис. 2. Панель вызова лифта

Использование голосового управления позволяет повысить удобство эксплуатации лифта для различных категорий пользователей, включая людей с ограниченными возможностями, а также обеспечивает возможность бесконтактного взаимодействия с системой управления.

Для реализации распознавания речи в проектируемом устройстве используется фреймворк TensorFlow Lite Micro, предназначенный для выполнения моделей машинного обучения на микроконтроллерах и других устройствах с ограниченными вычислительными ресурсами [2]. Основными преимуществами TensorFlow Lite Micro являются оптимизация под встраиваемые системы, поддержка квантованных моделей и простота интеграции в программное обеспечение микроконтроллера.

Перед использованием системы выполняется обучение модели распознавания голосовых команд. Данный процесс осуществляется на персональном компьютере, поскольку требует значительных вычислительных ресурсов. Обучение включает несколько последовательных этапов: формирование набора аудиоданных, предварительную обработку аудиосигналов, извлечение признаков, обучение модели Keyword Spotting, а также конвертацию и квантование полученной модели для дальнейшего использования во встраиваемой системе [3].

Для формирования обучающей выборки записываются голосовые команды различных пользователей. После этого аудиосигналы преобразуются в набор признаков с использованием мел-частотных кепстральных коэффициентов (MFCC), позволяющих компактно описывать спектральные характеристики человеческой речи [4]. Полученные признаки используются для обучения нейронной сети, способной различать заранее определенный набор голосовых команд.

В качестве аппаратной платформы выбран микроконтроллер ESP32-S3-WROOM-1. Данный микроконтроллер содержит двухъядерный процессор Xtensa LX7 с тактовой частотой до 240 МГц, 512 КБ оперативной памяти SRAM и 8 МБ PSRAM, а также поддерживает широкий набор интерфейсов ввода-вывода, включая I2S, SPI, I2C, UART и USB-OTG [5]. Вычислительных ресурсов ESP32-S3 достаточно для выполнения предварительной обработки аудиосигналов и локального запуска модели распознавания речи.

Работа системы (рис. 3) начинается с приема голосовой команды пользователя цифровым MEMS-микрофоном. Далее аудиосигнал поступает в микроконтроллер, где выполняются фильтрация шумов и нормализация уровня сигнала. После предварительной обработки производится извлечение признаков MFCC и формирование признакового вектора для дальнейшего анализа.

Полученные признаки подаются на вход нейронной сети, реализованной с использованием TensorFlow Lite Micro. Для распознавания голосовых команд применяется метод Keyword Spotting, предназначенный для обнаружения заранее определенных ключевых слов в непрерывном аудиопотоке. После успешного распознавания микроконтроллер формирует управляющую команду, соответствующую выбранному этажу или другой функции управления.

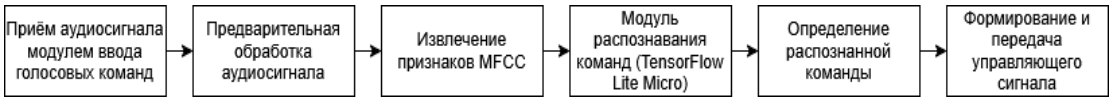


Рис. 3. Схема процесса распознавания речи и формирования управляющего сигнала

В состав устройства (рис. 4) входят микроконтроллер ESP32-S3, цифровой микрофон, кнопочный блок, дисплей и интерфейсные модули связи. Передача команд в систему управления лифтом может осуществляться по промышленным интерфейсам RS-485 или CAN. Использование двух интерфейсов обеспечивает возможность интеграции устройства с различными типами лифтовых контроллеров и существующими системами автоматизации.

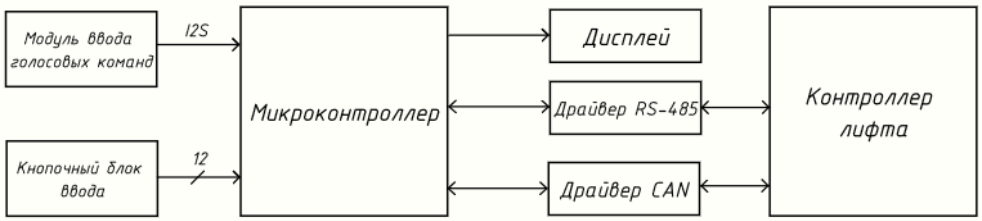


Рис. 4. Структурная схема проектируемого устройства

После распознавания голосовой команды микроконтроллер формирует пакет данных и передает его в систему управления лифтом через соответствующий интерфейс связи. Контроллер лифта принимает команду и управляет исполнительными механизмами лифтовой установки, включая привод перемещения кабины и систему управления дверями.

Применение локального распознавания речи позволяет обеспечить автономную работу устройства без подключения к облачным сервисам, уменьшить задержки обработки команд и повысить надежность функционирования системы. Благодаря этому разработанное решение может использоваться в современных интеллектуальных лифтовых системах, где предъявляются повышенные требования к безопасности, доступности и удобству эксплуатации.

Литература

1. Что такое COP и LOP. – URL: https://dazentech.com/ru/что-такое-лифт-cop-и-lop/ (дата обращения: 11.03.2026).
2. Руководство по использованию платформы TensorFlow. – URL: https://www.tensorflow.org/guide (дата обращения: 11.03.2026).
3. Предварительная обработка набора аудиоданных. – URL: https://www.geeksforgeeks.org/data-analysis/preprocessing-the-audio-dataset/ (дата обращения: 28.02.2026).
4. Петровец, В. Н. Использование алгоритма MFCC в задаче распознавания музыкальных композиций / В. Н. Петровец, П. Л. Мискевич, Д. В. Деменковец // Компьютерные системы и сети : сб. ст. 59-й науч. конф. аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 17–21 апр. 2023 г. / Белорус. гос. ун-т информ. и радиоэлектроники. – Минск, 2023. – С. 412–413.
5. Микросхема ESP32-S3-WROOM-1U-N16R8. – URL: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-s3-wroom-1_wroom-1u_datasheet_en.pdf/ (дата обращения: 28.02.2026).

ПЛАТФОРМА ДЛЯ ИНОСТРАННЫХ АБИТУРИЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ AI

Д. С. Санец, А. А. Антоненко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. Е. Запольский

Рассмотрено применение технологий обработки естественного языка и машинного обучения для автоматизации сопровождения иностранных абитуриентов. Внедрение цифровых технологий и искусственного интеллекта во многом определяет сегодняшние образовательные тренды [1].

Ключевые слова: искусственный интеллект, иностранные абитуриенты, цифровая платформа, машинное обучение, обработка естественного языка, рекомендательная система, парсинг данных.

Ручная обработка запросов иностранных абитуриентов традиционно производится с помощью сотрудников международного отдела и приемной комиссии вуза (рис. 1).

Одним из этапов подготовки к зачислению является выделение полезной информации из предоставляемых документов (аттестатов, дипломов), а также преодоление языкового барьера. Технологии обработки естественного языка (NLP) активно исследуются в наше время. Они позволяют компьютерам понимать, интерпретировать и генерировать человеческий язык [2, 3].