

УДК 004.62

**ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС
ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОСЕЩАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ.
ФИЗИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ**

А. В. ТОНКИХ

(Представлено: канд. техн. наук, доц. В. М. ЧЕРТКОВ, И. С. РУСЕЦКИЙ)

Работа посвящена созданию физического модуля для автоматизации мониторинга посещаемости студентов с использованием программно-аппаратного комплекса на базе микроконтроллерной платы ESP32. Основная цель — оптимизация учета посещаемости и улучшение взаимодействия между студентами и преподавателями.

Введение. Современные образовательные учреждения сталкиваются с необходимостью автоматизации процессов учета посещаемости студентов. Традиционные методы, такие как бумажные журналы, становятся неэффективными и трудоемкими. В связи с этим разработка автоматизированной системы мониторинга посещаемости с использованием микроконтроллеров представляет собой актуальную задачу.

Теоретическая часть. HTTP (Hypertext Transfer Protocol) — это основной протокол прикладного уровня, обеспечивающий взаимодействие клиентских и серверных компонентов в распределенных системах.

REST API (Representational State Transfer Application Programming Interface) — это стиль проектирования программных интерфейсов, основанный на использовании стандартных HTTP-запросов для взаимодействия между клиентом и сервером.

Основными HTTP-методами, используемыми в REST API, являются:

- GET, запрос на получение данных с сервера (например, запрос списка студентов или журналов посещаемости);
- POST, отправка данных на сервер (например, регистрация нового посещения);
- PUT, обновление данных на сервере;
- DELETE, удаление данных.

ESP32 DEVKIT V1 – это микроконтроллерная плата, основанная на чипе ESP32 от Espressif Systems. Он обладает широкими возможностями для разработки IoT-проектов и имеет встроенный модуль Wi-Fi и Bluetooth, что делает его универсальным инструментом для создания различных систем [1].

Модуль RFID-RC522 – электронное устройство для распознавания и считывания RFID-меток, поддерживает интерфейсы SPI, UART и I2C, базируется на радиочастотной идентификации на частоте 13,56 МГц [2].

Модуль часов реального времени MH-Real-Time Clock Modules-2 – электронное устройство, используемое для отслеживания и поддержания точного времени в микроконтроллерных системах, позволяет вести учет с отметками текущих даты и времени даже при отключении питания благодаря встроенной батарее.

Модуль MicroSD Card Adapter – устройство хранения данных, используемое для чтения и записи информации на MicroSD-карты.

Аккумуляторы ICR18650 – это литий-ионные аккумуляторы, широко используемые в различных электронных устройствах.

HW-391 2S 20A защитная плата аккумулятора 18650 BMS – это защитная плата для литий-ионных аккумуляторов типа 18650, предназначенная для работы с батареями, состоящими из двух последовательно соединённых ячеек (2S).

Скрытый прямоугольный выключатель KCD1 2pin предназначен для управления электрическими цепями в различных устройствах и аппаратах.

Практическая часть. В данной практической части работы будет представлен процесс реализации физического модуля для автоматизации мониторинга посещаемости студентов с использованием микроконтроллерной платы ESP32. Важнейшим аспектом данного проекта является создание схемы соединения между различными компонентами, такими как модуль RFID-RC522, модуль часов реального времени MH-Real-Time Clock Modules-2, модуль MicroSD Card Adapter, а также элементы защиты для батарейного питания – HW-391 2S 20A защитная плата аккумулятора 18650 BMS, и выключатель KCD1 2pin. Эти компоненты обеспечивают надежное функционирование системы и позволяют эффективно фиксировать данные о посещаемости. Теперь рассмотрим подробнее каждый из модулей и их функции.

В данной работе ESP32 считывает информацию с модуля радиочастотной идентификации (RFID), который предназначен для распознавания и чтения уникальных меток. А также он взаимодействует

с модулем часов реального времени, обеспечивая точную временную метку для событий, связанных с учётом посещений. Кроме того, ESP32 управляет модулем microSD Card Adapter, который используется для записи, хранения, доступа к данным о посещениях занятий. ESP32 обеспечивает взаимодействие этих модулей, обеспечивая точное отслеживание времени и даты и хранение информации о посещениях, а также обеспечивает взаимодействие между устройством и сервером в целом.

Модуль RFID-RC522 осуществляет считывание уникальных меток, что является ключевым элементом в системе контроля посещения занятий и идентификации личности.

Модуль часов реального времени используется для контроля даты и времени на устройстве, а также для отметки их при считывании меток в случае отсутствия интернет-соединения.

Модуль microSD Card Adapter используется для записи и хранения информации, а также позволяет управлять данными на карте памяти, что является ключевой задачей данной работы.

Аккумуляторы используются для питания microSD Card Adapter, ESP32 и связанные с ней модули.

Плата BMS HW-391 обеспечивает:

- защиту от перезаряда: отключает зарядку при достижении напряжения 4.25 В на ячейку;
- защиту от перезаряда: отключает разрядку при снижении напряжения до 2.50 В на ячейку;
- защиту от короткого замыкания и перегрузки по току: отключает батарею при токе выше 30 А;
- максимальный ток разряда: до 20 А, что подходит для высокоточковых приложений;
- балансировку ячеек: обеспечивает равномерный заряд, продлевая срок службы батареи;
- плата компактна и подходит для применения в портативных устройствах и системах хранения энергии, обеспечивая безопасность и долговечность аккумуляторов.

Скрытый прямоугольный выключатель KCD1 2pin предназначен для управления электрическими цепями в различных устройствах и аппаратах. Он отличается компактным размером и простотой установки, благодаря чему идеально подходит для использования в бытовой электронике, инструментах и других приборах, где требуется надежное и компактное решение для включения и выключения цепей.

После описания функций каждого модуля, важно понять, как все эти компоненты соединены между собой для обеспечения корректной работы системы. Схема соединений представляет собой основополагающий элемент, который позволяет визуализировать взаимодействие между модулями и микроконтроллерной платой.

Микроконтроллерная плата ESP32 DEVKIT V1 (обозначена как ESP32 DEVKIT V1). К данной плате подключены сразу 3 модуля – это часы реального времени MH-Real-Time Clock Modules-2, модуль радиочастотной идентификации RFID-RC522 и microSD Card Adapter:

- D15 подключён к CLK (MH-Real-Time Clock Modules-2);
- D4 подключён к DAT (MH-Real-Time Clock Modules-2);
- D2 подключён к RST (MH-Real-Time Clock Modules-2);
- D21 подключён к RST (RFID-RC522);
- D12 подключён к MISO (RFID-RC522);
- D13 подключён к MOSI (RFID-RC522);
- D14 подключён к SCK (RFID-RC522);
- D5 подключён к SDA (RFID-RC522);
- D26 подключён к CS (MicroSD Card Adapter);
- D18 подключён к SCK (MicroSD Card Adapter);
- D23 подключён к MOSI (MicroSD Card Adapter);
- D19 подключён к MISO (MicroSD Card Adapter).
- модуль microSD Card Adapter запитывается от VIN;
- модуль часов реального времени MH-Real-Time Clock Modules запитывается от 3V3;
- модуль радиочастотной идентификации RFID-RC522 запитывается от 3V3.

Переключатель (обозначен как S1):

- используется для включения/выключения питания системы;
- подключен к распределительной плате.

Аккумуляторы (обозначены как Bat1, Bat2): питание аккумуляторов подключается к распределительной плате, которая, в свою очередь, питает остальные присоединённые к ней модули.

Распределительная плата: вся система заземления подключена к отрицательному полюсу источника питания на распределительной плате.

После анализа схемы соединений становится очевидным, как каждый модуль взаимодействует с микроконтроллерной платой ESP32 для выполнения поставленных задач. Понимание схемы соединений служит основой для дальнейшего описания алгоритма работы устройства.

Разработанный алгоритм предусматривает инициализацию всех модулей при включении устройства, подключение к точке доступа для коммуникации с мобильным приложением, а также обработку

http-запросов для корректного ввода информации в базу данных, а также правильное отображение на экране мобильного устройства. Рассмотрим более подробно каждый этап работы устройства:

- инициализация: запуск всех модулей, то есть сначала инициализируются часы реального времени Real-Time Clock Modules-2, затем RFID-RC522, а затем MicroSD Card Adapter;
- проверка интернет-соединения: интернет-соединение необходимо для обеспечения связи с мобильным приложением, а также для работы с сервером и базой данных;
- считывание меток: при наличии интернет-соединения после считывания меток ESP32 посылает http-запрос на сервер для записи данной метки в базу данных, где она будет обрабатываться, а затем отображаться на экране мобильного устройства;
- отсутствие интернет-соединения: в случае отсутствия доступа в интернет необходимо считать метку, однако теперь считанные метки будут записываться на MicroSD Card Adapter с помощью часов реального, которые запишут дату и время;
- поиск интернет-соединения: даже при отсутствии интернет-соединения данное устройство постоянно будет его искать, в случае, если оно снова появится, то устройство снова начнёт посылать http-запросы на сервер.

Данный алгоритм работы устройства обеспечивает взаимодействие микроконтроллерной платы ESP32 DEVKIT V1 с остальными модулями для обеспечения различного рода функций в зависимости от того есть ли интернет-соединение или оно отсутствует.

После рассмотрения алгоритма работы устройства важно обратить внимание на реализацию, которая осуществляется с помощью программного кода. Код является основой для функционирования системы и выполняет все необходимые операции, описанные в алгоритме. Он отвечает за взаимодействие между микроконтроллерной платой и подключенными модулями, обеспечивая выполнение задач по считыванию данных, их обработке и отправке на сервер.

При включении программно-аппаратного комплекса для автоматизации мониторинга посещаемости студентов, происходит последовательная инициализация всех компонентов системы. Сначала загружаются необходимые библиотеки для работы с физическими модулями. Библиотеки для работы с модулями представлены на рисунке 1.

```
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
#include <Wire.h>
#include <ErriezDS1302.h>
#include <MFRC522.h>
#include <WiFi.h>
#include <HTTPClient.h>
```

Рисунок 1. – Библиотеки для работы с модулями

Далее модуль RFID-RC522 инициализируется через установку соответствующих пинов и вызов функции PCD_Init(). Это позволяет устройству считывать уникальные идентификаторы RFID-меток студентов. Затем происходит настройка часов реального времени RTC DS1302. В коде проверяется, запущен ли модуль. При необходимости устанавливаются дата и время, чтобы обеспечить корректное фиксирование посещаемости в случае отсутствия интернет-соединения. Следующий этап включает инициализацию модуля MicroSD Card Adapter, код проверяет доступность карты, а затем открывает файл для записи информации, что позволяет хранить данные в удобном формате для последующего анализа. Важным элементом системы является модуль Wi-Fi, который обеспечивает соединение с интернетом. После инициализации Wi-Fi происходит попытка подключения к заданной сети. В случае успешного подключения UID студентов отправляется на сервер для обработки. Инициализации модулей на примере модуля RFID-RC522 представлен на рисунке 2.

```
// Инициализация RFID
SPI.begin(); // Инициализация SPI
rfid.PCD_Init(RFID_SS_PIN, RFID_RST_PIN); // Инициализация MFRC522
Serial.println("RFID инициализирован.");
```

Рисунок 2. – Инициализации модуля RFID-RC522

Инициализация модуля Wi-Fi представлена на рисунке 3.

```
// Инициализация Wi-Fi
WiFi.begin("your_SSID", "your_PASSWORD"); // Подключение к Wi-Fi
Serial.println("Подключение к Wi-Fi...");
}
```

Рисунок 3. – Инициализация модуля Wi-Fi

Заключение. Разработка физического модуля для мониторинга посещаемости студентов представляет собой значимый вклад в автоматизацию образовательного процесса. Использование современных сенсорных технологий позволяет эффективно и точно учитывать посещаемость, что способствует повышению дисциплины студентов и упрощает работу преподавателей и администрации учебных заведений. Интеграция физического модуля с программной частью комплекса обеспечивает надежное взаимодействие и бесперебойную работу всей системы. Практическая реализация данного решения может значительно улучшить качество учета посещаемости и создать предпосылки для дальнейших исследований в области автоматизированного мониторинга. Результаты исследования подчеркивают высокий уровень проработанности и эффективности предложенных решений.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Mischianti, R. DOIT ESP32 DEV KIT v1: high resolution pinout and specs [Электронный ресурс] // Electronic, 3D printing and embedded programming. – Режим доступа: <https://mischianti.org/doit-esp32-dev-kit-v1-high-resolution-pinout-and-specs/>. – Дата доступа: 07.04.2024.
2. Документация по применению RFID технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org>. – Дата доступа: 07.04.2024.
3. RTC: Обзор микросхемы часов DS3231 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/736482/>. – Дата доступа: 03.05.2024.