**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное**

**образовательное УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО образования**

**«тюменский ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ**

**ОТДЕЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

**курсовАЯ РАБОТА**

по МДК 03.01. Техническое обслуживание и ремонт компьютерных систем и комплексов

на тему **Проектирование интеллектуальной системы контроля и управления доступом**

Обучающегося Кулакова М. И. \_\_\_\_\_\_\_ «\_\_\_»\_\_\_\_\_ 2019 г

Группа КСт-16-(9)-2

Специальность 09.02.01 «Компьютерные системы и комплексы»

Руководитель Проданчук И.В. \_\_\_\_\_\_\_ «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_ 2019 г

2019

# СОДЕРЖАНИЕ

[СОДЕРЖАНИЕ 2](#_Toc29109834)

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc29109835)

[1 Теоретическая часть 5](#_Toc29109836)

[1.1 Анализ предметной области 5](#_Toc29109837)

[1.2 Анализ технического задания 6](#_Toc29109838)

[1.3 Обзор существующих аналогов 6](#_Toc29109839)

[2 Практическая часть 7](#_Toc29109840)

[2.1 Разработка структурной схемы 8](#_Toc29109841)

[2.2 Выбор электронных компонентов 9](#_Toc29109842)

[2.3 Разработка принципиальной схемы 11](#_Toc29109843)

[2.4 Расчет энергопотребления 11](#_Toc29109844)

[2.5 Разработка архитектуры программного обеспечения 11](#_Toc29109845)

[2.6 Описание информационного обмена 11](#_Toc29109846)

[2.7 Конфигурирование микроконтроллера 11](#_Toc29109847)

[2.8 Разработка функционально законченных компонентов программного обеспечения 11](#_Toc29109848)

[3 Экономическая эффективность проекта 12](#_Toc29109849)

[3.1 Расчёт стоимости разработки изделия 12](#_Toc29109850)

[3.2 Расчёт стоимости изготовления изделия 12](#_Toc29109851)

[3.3 Тираж для достижения окупаемости 12](#_Toc29109852)

[3.4 Срок окупаемости разработки 12](#_Toc29109853)

[Заключение 13](#_Toc29109854)

[Список использованных источников 14](#_Toc29109855)

[Приложения 15](#_Toc29109856)

# ВВЕДЕНИЕ

В нашей жизни существует множество зданий и помещений с ограниченным доступом. Ограничение доступа к ним необходимо для обеспечения безопасности и сохранения различного рода тайн (таких как государственная, военная, коммерческая и т. д.) и для ограничения доступа к различному специальному оборудованию. В случае если нежелательные сторонние люди получат доступ к функционально важному объекту, возможен выход его из строя или другие нежелательные последствия. Для ограничения доступа используется пропускной режим. Основной его целью является исключение несанкционированного проникновения. Для его введения необходимо реализовать КПП, бюро пропусков, введение удостоверений и организацию охраны здания. В целях облегчения реализации всё чаще применяют микроконтроллерные устройства – системы контроля и управления доступом, с помощью которых возможна реализация множества функций и возможностей. Использование СКУД позволяет уменьшить количество задействованного персонала для реализации пропускного режима. Основными функциями является ограничение, идентификация и регистрация перемещений, в также сбор статистики на основе полученных данных.

Актуальность темы в наше время обусловлена постоянной растущей потребностью в устройствах для облегчения введения ограничения доступа, как в коммерческом, так и в государственном секторе. Кроме этого, из-за наличия потенциала развития устройств СКУД растут требования, предъявляемые к данным устройствам. В наше время идёт активная интеграция систем контроля и управления доступом с другими подразделениями бизнеса (например, с административными и бухгалтерскими подразделениями).

Объектом исследования является устройства сферы безопасности, а предметом является система контроля и управления доступом.

Целью данного курсового проекта является разработка интеллектуальной системы контроля и управления доступом.

Для достижения цели необходимо выполнить ряд задач, такие как:

* изучение теоретического материала по изготовлению комбинационных схем и плат печатного монтажа;
* изучение строения систем контроля и управления доступа;
* изучение функциональных особенностей используемых компонентов;
* выбор технического решения, наиболее полно удовлетворяющего заданным требованиям;
* создание принципиальной схемы;
* создание структурной схемы;
* тестирование схемы; Убрать
* разработка программного обеспечения проектируемого изделия.

Данная курсовая работа состоит из теоретической, практической и из главы, в которой описывается расчёт экономической эффективности проекта.

В практической части данной курсовой работы рассматривается структурная и принципиальная схема устройства, электронные компоненты, энергопотребление, архитектура программного обеспечения и т. д. Дополнить новым разделом

# Теоретическая часть

Система контроля и управления доступом представляет из себя совокупность программно-аппаратных технических средств контроля и средств управления, имеющих целью ограничение и регистрацию входа-выхода объектов (людей, транспорта) на заданной территории через «точки прохода». Основной задачей данного устройства является управление доступом на определённой территории, ограничение и идентификация. Указать интервал заголовка 2 уровня

## Анализ предметной области

Изначально в сфере безопасности для ограничения доступа необходимо было провести ряд мероприятий, включающих в себя создание КПП, бюро пропусков и т. д. После повсеместного внедрения цифровых устройств процесс организации пропускного режима значительно облегчился благодаря внедрению СКУД. В данный момент устройства СКУД находятся в активном развитии благодаря внедрению современных технологий. Так как оно представляет из себя совокупность программно-аппаратных средств, для него характерна модульность. Системы контроля и управления доступом в сфере безопасности относятся к направлению инженерно-технической защиты.

В качестве преграждающего устройства может использоваться электрозащёлка, электромагнитный замок, турникет, шлагбаум и другие средства. Идентификатор является базовым элементом определяющий степень надёжности устройства. Он обычно реализуется с помощью RFID меток, карточки с магнитной полосой, либо с помощью биологических данных (отпечаток пальцев и т. д.). Основное управление выполняется контроллером, он может быть автономный или сетевым. Сетевой контроллер может объединяться с другими контроллерами и подключаться к компьютеру. Коды идентификации хранятся внутри памяти контроллера. В качестве вспомогательного оборудования могут использоваться блоки бесперебойного питания, дверные доводчики, датчики открывания двери, кнопки, провода, видеонаблюдение и т. д.

Сетевые СКУД позволяют реализовать различные алгоритмы для организации допуска в разные зоны, собирать данные в виде статистики и архива событий, организовывать учёт рабочего времени и взаимодействовать с другими подсистемами безопасности. В качестве беспроводной сети может использоваться Bluetooth, Wi-Fi. ZigBee, GSM и т. д.

Основной цикл работы устройства представляет из себя ожидание начала процесса идентификации, после окончания процесса ввода (приёма данных) идёт проверка и в случае удовлетворения условий предоставляется доступ (независимо от результата происходит создание записи в журнале). Кроме этого, устройство может находиться в (кратковременном) режиме обновления прошивки и данных и в других режимах.

СКУД может применяться в бизнес-центрах, банках, учреждениях образования, на охраняемых территориях, в промышленных предприятиях и т. д.

## 1.2 Анализ технического задания

Темой технического задания является: “Проектирование интеллектуальной системы контроля и управления доступом”. Согласно этому заданию, необходимо разработать устройство на основе микроконтроллера, которое позволит управлять, ограничивать и отслеживать доступ к определённым контролируемым объектам. Проектируемая система должна быть универсальной сетевой (способной работать как в автономном режиме, так и в сетевом). Устройство должно соответствовать требованиям ГОСТов Р 51241-2008 и Р 54831-2011. Остальные характеристики в техническом задании не указаны.

По ГОСТу СКУД (по числу контролируемых точек система) является системой малой ёмкости [1, стр. 20]. Сделать ссылку на конкретное издательство ГОСТа и страницу

## 1.3 Обзор существующих аналогов

На данный момент на рынке существует огромное количество моделей систем контроля и управления доступом. Данные модели различаются назначением, используемыми модулями и способами реализации. В таблице №1 рассматриваются существующие аналогичные устройства. Подписать таблицы (смотри в методичку), указать стили отступов, сделать ссылку на таблицы

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристики | Smartec ST-SC110EKF | AccordTec AT-CP | Anviz C2 | BioSmart UniPass |
| Тип | Автономный | Автономный | Сетевой | Сетевой |
| Тип идентификатора | Сканер отпечатка пальцев,  Карты EM-Marin | Карты EM-Marin | Клавиатура, Бесконтактные карты, Сканер отпечатка пальца | Сканер отпечатков пальцев, Считыватель RFID меток |
| Выходные подключения | Реле 12 В для замка, датчика, кнопки выхода, звонок, тревожного устройства | Реле 12 В 60 мА и реле замка 3 А | 8-pin для подключения внешнего сканера отпечатков пальцев и замка | 2 реле, RS-485, дискетные входы и выходы, индикаторы состояния |
| Количество пользователей | 200 отпечатков и 2000 карт | 10000 | 3000 отпечатков 1500 карт | 1000000 |
| Напряжение питания | 12 В | 12 В | 5 В | 12 - 24 В |
| Количество подключаемых считывателей | 0 | 0 | 1 | 2 |

# Практическая часть

## 2.1 Разработка структурной схемы

Пред разработкой структурной схемы необходимо определить основные блоки на основании требований и функциональных возможностей устройства. Из технического задания можно выделить следующие блоки структурной схемы:

* микроконтроллер;
* сетевой адаптер;

Для реализации ряда функций н необходимы следующие блоки:

* сканер отпечатков пальцев;
* считыватель бесконтактных карт;
* кодовая панель;
* дисплей;
* источник бесперебойного питания;
* реле.

Микроконтроллер выполняет управление устройством, а также выполняет переключение реле управления электрозамком. В качестве средств идентификации используются: сканер отпечатков пальцев, считыватель беспроводных карт и кодовая панель. Кроме этого, кодовая панель позволяет выполнять управление устройством с помощью отображаемого на дисплее меню. Для подключения к компьютеру и объединения с другими устройствами используется сетевой адаптер. База данных хранится на внешнем сервере и дублируется в ППЗУ. Источник бесперебойного питания позволяет работать устройству при отключении основного питания. Структурная схема СКУД представлена на рисунке №1. Указать стиль для заголовка рисунка

Рисунок № 1 – Структурная схема устройства

## 2.2 Выбор электронных компонентов

Выбор электронных компонентов производится на основании ряда характеристик. Он необходимо для достижения оптимального соотношения возможностей и цены. Основными компоненты, которые необходимо выбрать это микроконтроллер, сканер отпечатков пальцев, ППЗУ, дисплей, сетевой адаптер и т. д.

Память микроконтроллера бывает нескольких видов:

Flash – это память в которой хранится прошивка МК. Данная память может быть перезаписываемой, но количество циклов перезаписи у неё меньше, чем у ППЗУ. RAM в отличие от Flash при отключении питания теряет данные, но тем нее менее не имеет ограничений на количество циклов перезаписи. Поэтому RAM в основном используется для хранения переменных.

CPU – это электронный блок МК выполняющий код программы. Самой популярной архитектурой, применяемой микроконтроллерах, является ARM. Частота CPU определяет скорость выполнения команд.

Большинство микроконтроллеров имеют встроенную поддержку различных периферийных интерфейсов и протоколов, таких как таймер, PWM (широтно-импульсная модуляция), АЦП (аналогово-цифровой преобразователь), ЦАП, SPI (последовательный периферийный интерфейс), I²C (последовательная асимметричная шина), JTAG и т.д.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Характеристики | Espressif ESP32 | Texas Instr. CC2650 | STM SPWF01SA |
| Память | 448 Кб (Flash)  520 Кб (SRAM) | 128 Кб (Flash)  20 Кб (RAM)  8 Кб (SRAM) | 1.5 Мб (Flash)  64 Кб (RAM) |
| CPU | Tensilica Xtensa LX6 | ARM Cortex-M3 | ARM Cortex-M3 |
| Частота CPU | 240 МГц | 48 МГц | 72 МГц |
| Периферийные интерфейсы и протоколы | UART, I2C, I2S, RTC, SPI, CAN, SDIO, ETH, IR | UART, I2C, I2S, RTC, SSI, TRNG | UART, I2C, I2S, CAN, SDIO, USB |
| Разрядность АЦП | 12 | 12 | 12 |
| Напряжение | 2.3 – 3.6 В | 1,8 – 3,8 В | 3,1 – 3,6 В |
| Поддержка обновления по сети | + | + | + |
| Кол-во таймеров | 4 | 4 | 11 |
| JTAG | + | + | +/– |
| Кол-во GPON | 36 | 31 | 16 |
| Беспроводные сети | Wi-Fi 802.11 bgn, Bluetooth v4.2, BLE | Bluetooth, ZigBee RF4CE, 6LoWPAN | Wi-Fi 802.11 bgn |
| Цена | 160 ₽ | 820 ₽ | 1540 ₽ |

Для упрощения принципиальной схемы выбираемый микроконтроллер должен содержать в себе интегрированный Wi-Fi контроллер. Для выбора МК необходимо произвести анализ их характеристик (таблица №2). В результате анализа можно сделать вывод, что наиболее подходящим микроконтроллером за счёт цены и возможностей является ESP32.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характеристики | FPM10A | FZ3387 |
| Питание | 3,6 – 6,0 В | 3,8 – 7,0 В |
| Интерфейсы | UART | UART |
| Тип сканера | Оптический | Емкостный |
| Размер шаблона | 512 байт | 768 байт |
| Максимальное кол-во отпечатков | 150 | 200 |
| Площадь соприкосновения | 2 см \* 1,5 см | 2,5 см \* 1,5 см |
| Цена | 500 ₽ | 1300 ₽ |

Для повышения скорости работы и точности работы устройства необходимо, чтобы обработка данных происходила контроллером сканера отпечатков. Максимальное количество хранимых отпечатков зависит от размера шаблона и памяти устройства. Так как устройство малой ёмкости, соотношение цены и максимального количества отпечатков является определяющим, поэтому FPM10A является наиболее подходящим.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Характеристики | LCD1602 | SH1122 | ILI9341 |
| Питание | 2,5 – 6 В | 3,3 В | 3,3 – 5 В |
| Интерфейсы | I2C | I2C | I2S |
| Тип экрана | LCD | OLED | TFT |
| Цветной/Монохромный | М | М | Ц |
| Разрешение | 35 \* 16 \* 2 | 256 \* 64 | 240 \* 320 |
| Размер | 3,6 см \* 8 см | 2,7 см \* 7,2 см | 4 см \* 6,7 см |
| Цена | 100 ₽ | 950 ₽ | 500 ₽ |

Для управления устройством в основном будет использоваться Web-интерфейс. Управление с помощью меню, отображаемого на дисплее, носит второстепенную значимость. Поэтому определяющим фактором при выборе дисплея является его доступность, простота использования и цена. Для уменьшения количества занимаемых портов большинство дисплеев имеют встроенную поддержку интерфейсов передачи данных, таких как I2C, I2S и т. д. Одним из самых распространённых дисплеев является LCD1602.

## 2.3 Разработка принципиальной схемы

При разработке принципиальной схемы необходимо выполнять ряд правил и указаний, указанных в стандартах. Одним из стандартов распространяющийся на электрические схемы является ГОСТ 2.701 “Правила выполнения электрических схем”. В данном ГОСТе описаны основные термины, а также правила создания соединений, подключений, общих схем и схем расположения. Все элементы и устройства на схеме изображаются в виде условных графических обозначений, согласно ГОСТу 2.710.

При составлении УГО для микросхем рекомендуется использовать документацию производителя. На обозначении входы и выходы группируются, при этом сохраняют свой порядковый номер согласно реальному расположению. Так как в современных микроконтроллерах один порт может совмещать в себе несколько функций может быть указано обобщённое его название (например IO23).

Для упрощения схемы допустимо её разбиение на связанные блоки. Кроме этого, для повышения читаемости используют метки цепи, позволяющие соединить разные компоненты, находящиеся в разных сторонах листа, либо на разных страницах.

В результате разработки принципиальной схемы, получилась схема содержащая в себе 8 микросхем, 2 модуля, 1 дисплей, 2 разъёма для подключения электрического замка и прочие электрические компоненты. Принципиальная схема представлена на рисунке №2.

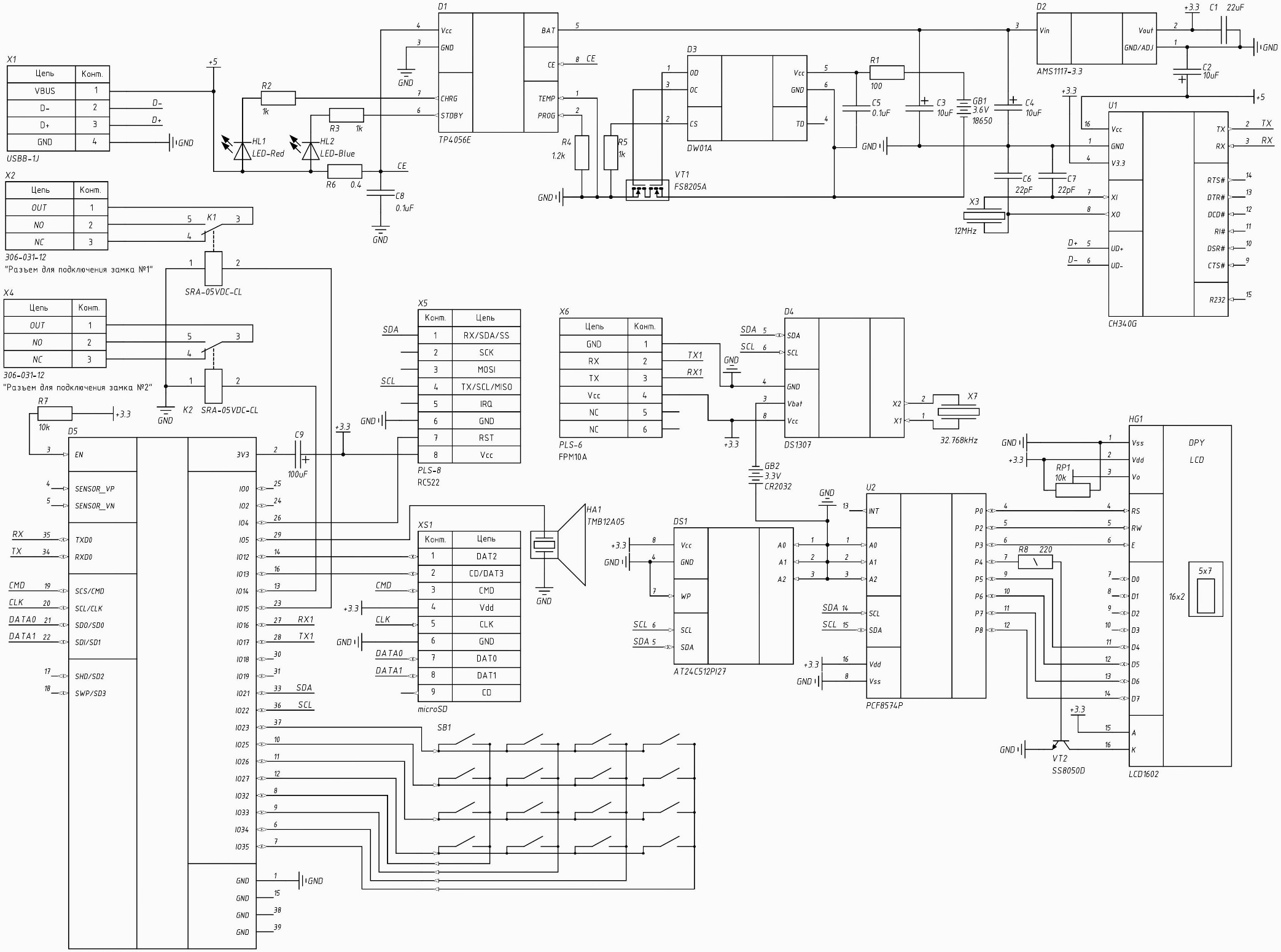


Рисунок № 2 – Принципиальная схема устройства

## 2.4 Расчет энергопотребления

При разработке любого устройства одним из важных пунктов является расчёт его энергопотребления. Так как мощность — это произведение силы тока на напряжение, то для расчёта энергопотребления необходимо знать потребляемую силу тока и рабочее напряжение. Кроме микросхем одними из потребителей силы тока являются реле, экран, модули, светодиоды и пьезодинамик. Для упрощения расчётов данные значения указаны в таблице №5. Так как некоторые элементы не работают постоянно, а по мере надобности, полученное значение будет отображать максимальное возможное потребление, а не среднее.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Элемент цепи | Кол-во | Сила тока | Напряжение | Мощность 1 ед. | Мощность |
| ESP32-WROOM-32 | 1 | 100 мА | 3.6 В | 0.36 Вт | 0.36 Вт |
| Контроллер зарядки TP4056E | 1 | 500 мкА | 5 В | 0.0025 Вт | 0.0025 Вт |
| Защита аккумулятора DW01A | 1 | 6 мкА | 3.3 В | 0.0001 Вт | 0.0001 Вт |
| Стабилизатор напряжения AMS1117-3.3 | 1 | 13 мА | 5 В | 0.065 Вт | 0.065 Вт |
| Преобразователь USB-UART CH340G | 1 | 30 мА | 5 В | 0.15 Вт | 0.15 Вт |
| Часы реального времени DS1307 | 1 | 1.5 мА | 3.3 В | 0.00495 Вт | 0.00495 Вт |
| EEPROM память AT24C512PI27 | 1 | 5 мА | 3.3 В | 0.0165 Вт | 0.0165 Вт |
| Преобразователь IIC PCF8574P | 1 | 100 мА | 3.3 В | 0.33 Вт | 0.33 Вт |
| Дисплей LC1602 | 1 | 1.1 мА | 3.3 В | 0.00363 Вт | 0.00363 Вт |
| Сканер отпечатков пальцев FPM10A | 1 | 150 мА | 3.3 В | 0.495 Вт | 0.495 Вт |
| Считыватель бесконтактных меток RC522 | 1 | 10 мА | 3.3 В | 0.033 Вт | 0.033 Вт |
| Реле | 2 | 71.4 мА | 5 В | 0.36 Вт | 0.72 Вт |
| Карта памяти microSD | 1 | 100 мА | 3.3 В | 0.33 Вт | 0.33 Вт |
| Итого: | | | | | 2.51068 Вт |

В результате расчётов получилось, что максимальная мощность устройства примерно равна 2.5 Вт. Так как устройство может питаться от внутреннего источника питания (в виде литий-ионного аккумулятора LGAAS31865 формата 18650, производства LG) необходимо рассчитать максимальную мощность батареи.

Напряжение аккумулятора согласно информации из документации изготовителя составляет 3.6 В, а максимальная сила тока при разрядке 3225 мА. В результате максимальная мощность батарейки равна 11.61 Вт. Для получения значения силы тока, проходящей через аккумулятор необходимо потребляемую мощность разделить на напряжение, в результате получится примерно 700 мА. Время работы устройства от аккумулятора равно ёмкости разделённой на произведение силы тока и коэффициента. В результате можно сделать вывод, что данный аккумулятор подходит для устройства и устройство без внешнего источника питания сможет проработать на нём 2.2 часа.

## 2.5 Разработка архитектуры программного обеспечения

При разработке архитектуры необходимо выделить отдельные блоки ПО и описать ихнее взаимодействие. Так как разработка ПО для ESP32 будет ведётся с использованием языка С++, то блоки, как и в любом объектном ориентированном языке, могут содержать свои функции, встроенные типы данных, переменные и т.д. Кроме этого, в архитектуре программного обеспечения описывается основная концепция работы алгоритма ПО, методы обработки ошибок, реализация изменения архитектуры, основные требования к интерфейсу и т.д.

Взаимодействие блоков указано на рисунке №3. Основными блоками являются:

* устройства IIC (I2C), работа с которой основана на использовании библиотеки Wire:
  + EEPROM – постоянная память, выделена в отдельный объект имеет собственные функции, такие как запись бита, чтение байта и т.д., основные параметры – адрес устройства в шине, наличие ошибок и т.д.;
  + часы реального времени – после первичной настройки, основное назначение отправка значения для составления журналов, из-за простоты использования не имеет собственных функций;
  + считыватель RFID меток – выделен в отдельный объект со своими функциями, такими как считывание номера и данных метки, а также запись данных на RFID карту;
  + дисплей – выделен в отдельный объект и содержит функции для работы с дисплеем, такие как вывод на экран, очистка экрана и т.д.
* карта памяти – основное назначение карты памяти в устройстве хранение журналов и резервной копии базы данных, а также всей информации, которая не имеет постоянного определённого размера;
* устройства UART – это устройства использующие функции библиотеки Serial:
  + сканер отпечатков пальцев – имеет свои функции, такие как проверка скана отпечатка, добавление отпечатка в базу контроллера, получение скана отпечатка пальцев и т.д.;
  + USB to UART – основное назначение данного блока является прямая прошивка МК, с помощью встроенного загрузчика;
* Wi-Fi – данный блок предназначен для организации связи с устройствами сети используя Wi-Fi сеть;
* HTTP – данный блок выделен в отдельный объект в программном коде, он выполняет функции веб-сервера;
* кодовая панель – передаёт координаты нажатой кнопки.



В основном все блоки связаны с МК. Основная концепция алгоритма работы МК заключается в проверке наличия новых событий в бесконечном цикле, таких как ввод с клавиатуры, использования RFID метки или сканера отпечатков. Остальные блоки, такие как UART to USB и HTTP, будут выполнять свою работу при возникновении прерывания.

При работе устройства могут возникнуть разные ошибки. Если отсутствует Wi-Fi соединение, то устройство будет использовать резервную копию на карте памяти. В случае если устройство зависнет, оно выполнит перезагрузку.

## 2.6 Описание информационного обмена

Для обмена данными между блоками устройства используются различные стандартизированные шины, такие как I2C, I2S, UART и USB. Для обмена данными с базой данных и обеспечения управления устройством с помощью локальной сети используется протокол HTTP.

Основной шиной, используемой для связи между блоками устройства, является I2C из-за её простоты и распространённости. Тем не менее одним из её минусов является низкая её скорость. Данная шин требует наличие 2-х линий – SCL и SDA. Тактирование выполняется по шине SCL, а передача данных выполняется в полудуплексном режиме по линии SDA. К обеим шинам подключается подтягивающий резистор. На шине находится 5 устройств: 1 master и 4 slave. Передача начинается с передачи стартового бита, после передаётся 7 битный адрес, 8 бит указывает на необходимость считывания или записи, после генерируется ACT – нулевой бит указывающий на успешное принятие данных. После этого следует передача 8 бит данных и генерация ACT. Сигнал окончания передачи всегда генерирует master. Адреса устройств указаны в таблице №7.

|  |  |
| --- | --- |
| DS1307 | 0b1101000 |
| AT24C512PI27 | 0b1010000 |
| PCF8574P | 0b0100000 |
| RC522 | 0b0101000 |

## 2.7 Конфигурирование микроконтроллера

Для упрощения конфигурирования при разработке кода используется фреймворк Arduino. Настройка частот и разметки FLASH осуществляется пред загрузкой прошивки.

Частота ядра была выбрана 240 МГц, частота FLASH 80 МГц. Для использования SPIFFS необходимо выделить 1.5 МБ FLASH для файловой системы. Настройка портов (таблица №7) осуществляется согласно информации производителя и принципиальной схеме.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Порт | № | Доступные функции порта | Режим | Назначенная функция |
| RXD0 | 35 | GPIO3, U0RXD, CLK\_OUT2 | Вывод | U0RXD |
| TXD0 | 34 | GPIO1, U0TXD, CLK\_OUT3, EMAC\_RXD2 | Вход | U0TXD |
| SCS/CMD | 19 | GPIO11, SD\_CMD, SPICS0, HS1\_CMD, U1RTS | Полудуплекс | SD\_CMD |
| SCK/CLK | 20 | GPIO6, SD\_CLK, SPICLK, HS1\_CLK, U1CTS | Вход | SD\_CLK |
| SDO/SD0 | 21 | GPIO7, SD\_DATA0, SPIQ, HS1\_DATA0, U2RTS | Полудуплекс | SD\_DATA |
| SDI/SD1 | 22 | GPIO8, SD\_DATA1, SPID, HS1\_DATA1, U2CTS | Полудуплекс | SD\_DATA1 |
| IO0 | 25 | GPIO0, ADC2\_CH1, TOUCH1, RTC\_GPIO11, CLK\_OUT1, EMAC\_TX\_CLK | Вывод | GPIO0 |
| IO2 | 24 | GPIO2, ADC2\_CH2, TOUCH2, RTC\_GPIO12, HSPIWP, HS2\_DATA0, SD\_DATA0 | Вывод | GPIO2 |
| IO4 | 26 | GPIO4, ADC2\_CH0, TOUCH0, RTC\_GPIO10, HSPIHD, HS2\_DATA1, SD\_DATA1, EMAC\_TX\_ER | Вывод | GPIO4 |
| IO5 | 29 | GPIO5, VSPICS0, HS1\_DATA6, EMAC\_RX\_CLK | Вывод | GPIO5 (PWM) |
| IO12 | 14 | GPIO12, ADC2\_CH5, TOUCH5, RTC\_GPIO15, MTDI, HSPIQ, HS2\_DATA2, SD\_DATA2, EMAC\_TXD3 | Полудуплекс | SD\_DATA2 |
| IO13 | 16 | GPIO13, ADC2\_CH4, TOUCH4, RTC\_GPIO14, MTCK, HSPID, HS2\_DATA3, SD\_DATA3, EMAC\_RX\_ER | Полудуплекс | SD\_DATA3 |
| IO14 | 13 | GPIO14, ADC2\_CH6, TOUCH6, RTC\_GPIO16, MTMS, HSPICLK, HS2\_CLK, SD\_CLK, EMAC\_TXD2 | Вывод | GPIO14 |
| IO15 | 23 | GPIO15, ADC2\_CH3, TOUCH3, MTDO, HSPICS0, RTC\_GPIO13, HS2\_CMD, SD\_CMD, EMAC\_RXD3 | Вывод | GPIO15 |
| IO16 | 27 | GPIO16, HS1\_DATA4, U2RXD, EMAC\_CLK\_OUT | Вход | U2RXD |
| IO17 | 28 | GPIO17, HS1\_DATA5, U2TXD, EMAC\_CLK\_OUT\_180 | Вывод | U2TXD |
| IO21 | 33 | GPIO21, VSPIHD, EMAC\_TX\_EN | Вход | GPIO21 (SDA) |
| IO22 | 36 | GPIO22, VSPIWP, U0RTS, EMAC\_TXD1 | Вывод | GPIO22 (SCL) |
| IO23 | 37 | GPIO23, VSPID, HS1\_STROBE | Вывод | GPIO23 |
| IO25 | 10 | GPIO25, DAC\_1, ADC2\_CH8, RTC\_GPIO6, EMAC\_RXD0 | Вывод | GPIO25 |
| IO26 | 11 | GPIO26, DAC\_2, ADC2\_CH9, RTC\_GPIO7, EMAC\_RXD1 | Вывод | GPIO26 |
| IO27 | 12 | GPIO27, ADC2\_CH7, TOUCH7, RTC\_GPIO17, EMAC\_RX\_DV | Вывод | GPIO27 |
| IO32 | 8 | GPIO32, XTAL\_32K\_P, ADC1\_CH4, TOUCH9, RTC\_GPIO9 | Вход | GPIO32 |
| IO33 | 9 | GPIO33, XTAL\_32K\_N, ADC1\_CH5, TOUCH8, RTC\_GPIO8 | Вход | GPIO33 |
| IO34 | 6 | GPIO34, ADC1\_CH6, RTC\_GPIO4 | Вход | GPIO34 |
| IO35 | 7 | GPIO35, ADC1\_CH7, RTC\_GPIO5 | Вход | GPIO35 |

## 2.8 Разработка функционально законченных компонентов программного обеспечения

# **Экономическая эффективность проекта**

## 3.1 Расчёт стоимости разработки изделия

## 3.2 Расчёт стоимости изготовления изделия

## 3.3 Тираж для достижения окупаемости

## 3.4 Срок окупаемости разработки

Оставить для диплома

# Заключение

# Список использованных источников

1. Wikipedia: Система контроля и управления доступом <https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_контроля_и_управления_доступом>

# Приложения

Кроме схемы в дипломе будет руководство пользователя