

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»  
(БГТУ им. В.Г.Шухова)

(ТИТУЛЬНИК ВРЕМЕННЫЙ) Выпускная квалификационная  
работа  
дисциплина «.»  
«.»

Выполнил: студент группы ВТ-41

Макаров Д.С.

Проверил:

Шамраев А.А.

Белгород 2021

# Содержание

Содержание	1
1 Введение	2
2 Основная часть	3
2.1 Описание предметной области, анализ и выбор методов решения задач . . . . .	3
2.1.1 Описание и анализ предметной области . . . . .	3
2.1.2 Выбор методов решения задачи . . . . .	5
2.2 Проектирование аппаратного обеспечения . . . . .	6
2.2.1 Разработка принципиальной схемы . . . . .	6
2.2.2 Разработка печатной платы . . . . .	6
2.3 Проектирование программного обеспечения . . . . .	6
2.3.1 Разработка методов решения задач . . . . .	6
2.3.2 Разработка структур данных . . . . .	6
2.3.3 Разработка и описание алгоритмов . . . . .	7
2.4 Программная реализация . . . . .	9
2.4.1 Описание модульной структуры программы . . . . .	9
2.4.2 Спецификации подпрограмм (методов) . . . . .	9
2.4.3 Описание использованных внешних компонент и библиотек	9
2.4.4 Руководство пользователя . . . . .	10
2.4.5 Тестирование и экспериментальная проверка программного- аппаратного комплекса . . . . .	10
2.4.6 Оценка качества разработанного комплекса . . . . .	10
3 Заключение	11
4 Список литературы	12

# Введение

В данной выпускной квалификационной работе описано создание межпротокольного шлюза MQTT - CAN, в рамках программно-аппаратного комплекса умный дом.

# Основная часть

## 2.1 Описание предметной области, анализ и выбор методов решения задач

### 2.1.1 Описание и анализ предметной области

@todo нормально структурировать информацию и переписать раздел “Описание и анализ предметной области”

Программно-аппаратный комплекс - набор аппаратных и программных средств, работающих для выполнения одной или нескольких связанных задач.

Аппаратная часть комплекса представляет собой: компьютеры и микроконтроллеры объединенные в одну вычислительную сеть, посредством гетерогенных сетей, а так же различные датчики и исполнительные устройства.

Программной частью комплекса являются встроенное программное обеспечение, реализующее функционал исполнительных устройств и датчиков, сетевое взаимодействие, различные программные модули сетевых протоколов.

Система домашней автоматизации решает ряд задач таких как:

- сбор и обработка данных полученных с датчиков системы, а так же с внешних источников.
- регулирование внутренних параметров системы, в зависимости от обработанных данных и предпочтений пользователей.
- обеспечение безопасности дома (пожарная безопасность, предупреждение аварийных ситуаций).
- упрощение однотипных процессов пользователей при помощи программируемых сценариев.
- экономия ресурсов домовладения, при помощи эффективного их использования.
- предоставление различных отчетов, по использованным ресурсам домовладения.

Саму система может включать в себя различные подсистемы разделенные по функциональным возможностям:

- подсистема управления освещением
  - элементы управления освещением
  - модули управления естественным освещением (шторы, рольставни, электрохромные стекла)
  - датчики присутствия, освещения
  - контроллеры сцен освещения (RGB контроллеры)
- подсистема управления климатом
  - внутренние и внешние метеорологические датчики (термометр, барометр, гигрометр, датчик уровня  $CO_2$  и чистоты воздуха)
  - модули управления климатом
  - термостаты, рекуператоры, гигростаты, приточная и вытяжная вентиляция (с электрическим управлением)
- подсистема безопасности
  - подсистема видеонаблюдения
  - модули детектирования утечек природного газа, утечек воды
  - умные замки
  - модули сигнализации и сирены
- управляющая подсистема



Рисунок 1 - Схема подсистем системы домашней автоматизации

В данный момент на рынке систем домашних автоматизаций преобладают 2 типа реализаций: готовые экосистемы от крупных производителей и

открытые реализации систем поддерживаемые и разрабатываемые сообществами энтузиастов.

Среди готовых продуктов зарубежных производителей можно отметить Xiaomi Smart Home, Philips Hue, Samsung SmartThings и другие. Отечественные компании так же предлагают к покупке экосистемные продукты такие как “Умный дом Sber” и “Умный дом (Rostelecom)”.

Достоинства таких готовых систем заключаются в простоте настройки и расширения системы, гарантированной тех. поддержки от производителя. Зачастую инфраструктура таких систем находится в облачных вычислительных мощностях, что позволяет использовать домашние устройства из любой точки мира. Из этого следует один из основных недостатков готовых систем домашней автоматизации - привязка к инфраструктуре производителя. При отсутствии подключения к ней, устройства могут терять функционал, вплоть до полного отключения, в случае отсутствия автономных режимов работы. Так же у готовых систем есть проблемы с расширяемостью и совместимостью. Линейка устройств производимая одной компанией может не включать в себя необходимые пользователю устройства, и не иметь возможности расширить систему компонентами сторонних производителей. Использование ПО с закрытым исходным кодом или лицензиями, а так же отсутствие документации, затрудняет разработку компонентов для сторонних производителей или интеграцию компонентов таких систем в другие.

Открытые реализации систем домашней автоматизации, предлагают использование открытых протоколов обмена информации между компонентами системы, для согласования различных протоколов используются специальные агрегирующие сервисы,

### **2.1.2 Выбор методов решения задачи**

@todo (предлагаем гетерогенные приколы)

@todo (рассказываем про CAN)

@todo (рассказываем про MQTT)

@todo (рассказываем про Bluetooth LE Mesh)

@todo (рассказываем про все вместе)

@todo (схема концепции умного дома)

## 2.2 Проектирование аппаратного обеспечения

### 2.2.1 Разработка принципиальной схемы

@todo (нарисовать схему шлюза и рассказать про ее модули)

### 2.2.2 Разработка печатной платы

@todo (нарисовать плату и рассказать про нее)

## 2.3 Проектирование программного обеспечения

### 2.3.1 Разработка методов решения задач

@todo (схема модели OSI но с CAN)

### 2.3.2 Разработка структур данных

@todo CAN\_ID, DHCP\_CAN\_IP: структуры данных

#### **Адресная таблица, используемая для управления адресами на CAN шине**

Для хранения информации о выданных адресах мастер на CAN шине (в данном случае шлюз), создает у себя в памяти таблицу соответствия адреса устройства на CAN шине и уникального аппаратного идентификатора.

Таблица представляет из себя массив размером до 255 элементов, каждый элемент содержит запись таблицы. Она состоит из 2 полей:

- can\_addr - 1 байтовое беззнаковое число, содержащее адрес устройства на шине.

- hwid - массив из 4-х 4 байтовых чисел, содержащее уникальный аппаратный идентификатор.

@todo Адресная таблица: структуры данных

### 2.3.3 Разработка и описание алгоритмов

#### Алгоритмы работы с адресная таблицей

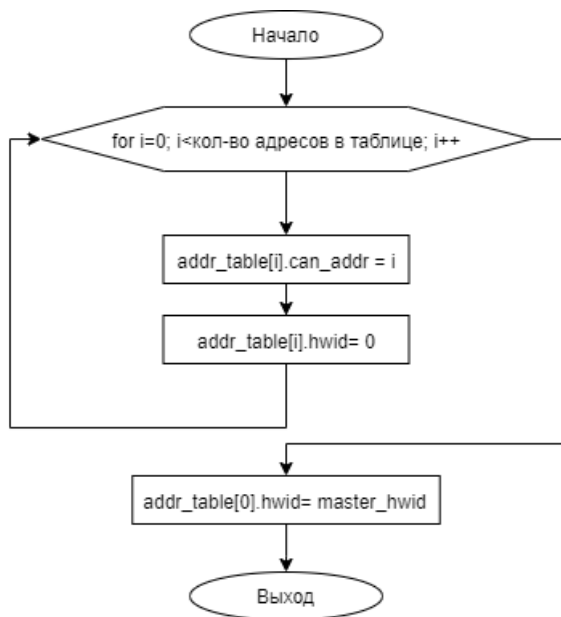


Рисунок 2 - Блок схема алгоритма инициализации адресной таблицы

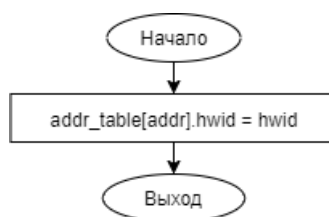


Рисунок 3 - Блок схема алгоритма добавления адреса в адресную таблицу

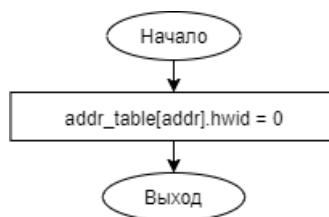


Рисунок 4 - Блок схема алгоритма удаление адреса из адресной таблицы



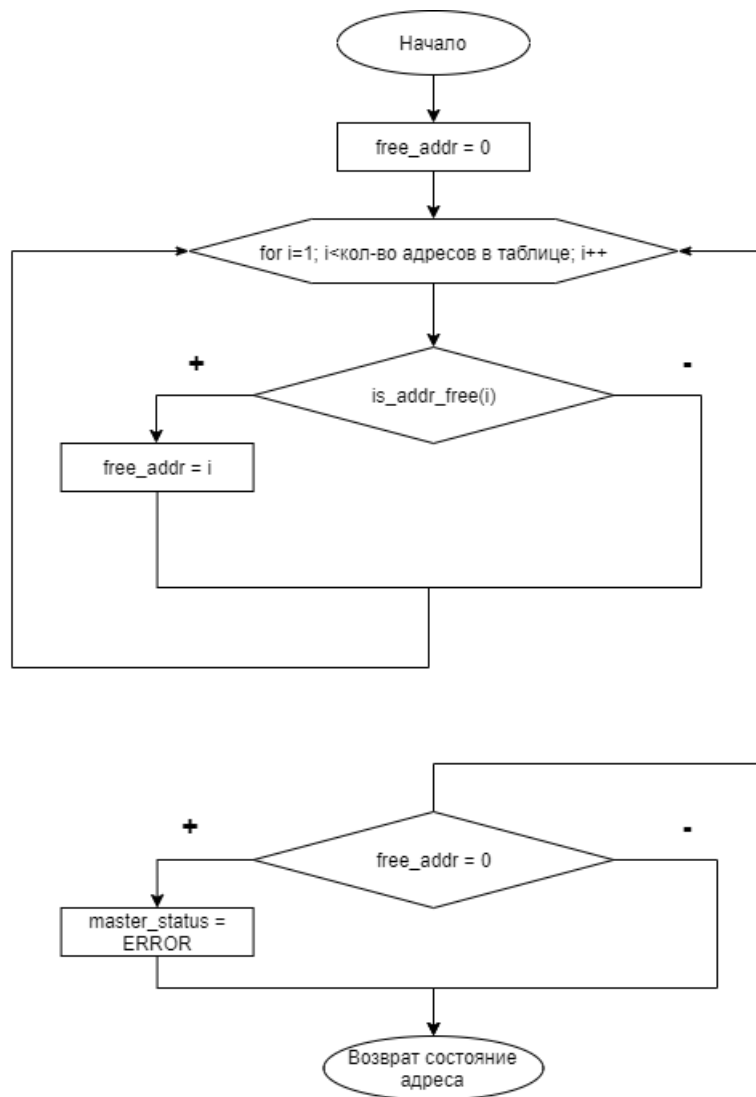


Рисунок 5 - Блок схема алгоритма поиска свободного адреса

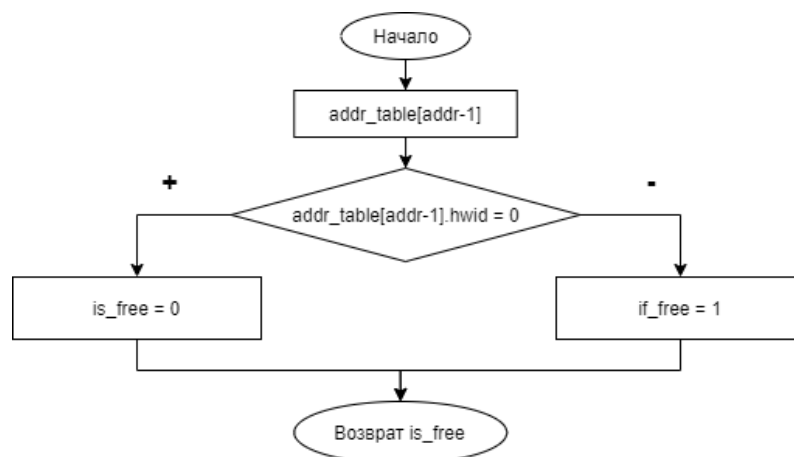


Рисунок 6 - Блок схема алгоритма проверка доступности адреса

## 2.4 Программная реализация

### 2.4.1 Описание модульной структуры программы

### 2.4.2 Спецификации подпрограмм (методов)

@todo Адресная таблица: спецификации

### 2.4.3 Описание использованных внешних компонент и библиотек

Библиотека для работы с периферией микроконтроллера STM32CUB

Реализация семейства функции `printf` без зависимостей от `stdlib.h`

Для генерации символьных сообщений протокола MQTT удобно использовать функцию *sprintf*, из семейства функций *print formatted*, позволяющая выводить строки содержащие значения различных типов. В случае функции `sprintf`, она позволяет выводить в отформатированную функцию в переменную строки а не потоки ввода-вывода, в отличии от других функций семейства. Но функции входящие в стандартную библиотеку языка Си, не подходят для использования в встраиваемых система из-за ряда особенностей.

Во первых стандартная реализация функций *printf* имеет ряд зависимостей из стандартной библиотеки языка Си, которые после компиляции занимают значительный объем в флеш памяти микроконтроллера (около 32 Кб).

Во вторых стандартная реализация *printf* использует динамическое выделение памяти, что не рекомендовано стандартами и руководствами разработки программно-аппаратных комплексом высокой надежности и ответственности (IEC 61508, MISRA C).

Для решения этой проблемы была использована сторонняя реализация функций семейства `printf` (ссылка на репозиторий) для языка Си, разработанная специально для использования в встраиваемых системах.

Данная реализация имеет совместимость с реализацией из стандартной библиотеки, но занимает значительно меньший объем в флеш памяти микроконтроллера (14 Кб против 32 Кб).

Так же реализация не использует динамическое выделение памяти для работы функций, что соответствует мировым стандартам разработки встраиваемых систем, а так же исправляет некоторые особенности стандартной реализации функций семейств *printf*, связанных с потоко-безопасностью.

Библиотека с сторонней реализацией распространяется с открытой лицензией MIT, что позволяет использовать данную реализацию в любых коммерческих и не коммерческих разработках.

#### **2.4.4 Руководство пользователя**

#### **2.4.5 Тестирование и экспериментальная проверка программного-аппаратного комплекса**

#### **2.4.6 Оценка качества разработанного комплекса**

## Заключение

## Список литературы