МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Факультет комп'ютерних наук

Кафедра комп'ютерної інженерії

КОРІННИЙ МАКСИМ АНДРІЙОВИЧ

УДК 69.059

ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ МОДУЛЬ КЕРУВАННЯ СИСТЕМОЮ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДИНКУ

Автореферат кваліфікаційної магістерської роботи на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня кваліфікація
«Магістр з комп'ютерної інженерії»

Миколаїв – 2021

Кваліфікаційною магістерською роботою є рукопис.

Робота виконана в Чорноморському національному університеті імені Петра Могили Міністерства освіти і науки України на кафедрі комп'ютерної інженерії.

Керівник: кандидат технічних наук
доцент
Солобуто Лариса Вадимівна

Рецензент: кандидат технічних наук
доцент
Сідєлєв Микола Іванович

Захист відбудеться «24» лютого 2021р. о 10:30 на засіданні екзаменаційної комісії (ауд. 2-406) у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили за адресою: вул. 68 Десантників, 10, Миколаїв, 54003.

З кваліфікаційною магістерською роботою можна ознайомитися в бібліотеці Чорноморського національного університету імені Петра Могили за адресою: вул. 68 Десантників, 10, Миколаїв, 54003. Електронна версія розміщена в Інституційному репозиторії для бакалаврських та магістерських робіт.

Автореферат представлений «2 2 » лютого 2021р.

Секретар екзаменаційної
комісії,
канд. фіз..-мат. наук, доцент С. В. Пузирьов

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сучасні будинки складаються з великої кількості інженерних систем і електроприладів. Забезпечення їх контролю та управління стає все складніше і складніше. Не малу роль відіграє забезпечення безпеки будинку і ефективне використання енергії та ресурсів. Впровадження збалансованої системи життєзабезпечення будинку дозволить заощадити кошти, ефективно управляти всіма інженерними системами і електроприладами, і зможе забезпечити безпеку будинку. Інтернет речей є одним із найбільш перспективних напрямків розвитку інформаційно-комунікаційних технологій. Кількість підключених до мережі Інтернет пристроїв бурхливо зростає, і це вимагає сучасних підходів до побудови високонавантажених серверних систем. Платформи Інтернету речей мають забезпечувати можливість аналізувати різні аспекти даних, що потрібно для оптимізації різноманітних виробничих та інших процесів. Тому ця тема так актуальна сьогодні для будь-якого будинку або квартири.

Метою даної роботи є створення збалансованої системи життєзабезпечення будинку шляхом розробки програмно-апаратного модулю системи.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

– дослідити ринок предметної області, проаналізувати існуючі системи життєзабезпечення будинків, виявити їх недоліки;

– сформулювати вимоги до пристрою, що розробляється, задля усунення недоліків існуючих аналогових систем;

– обрати компоненти для пристрою, що розробляється, аргументувати їх вибір та розробити апаратну частину;

– розробити програмну частину пристрою;

– розробити панель управління системою життєзабезпечення будинку.

– перевірити роботу модуля на макеті та оформити необхідні документи.

Об'єктом даної роботи є технології створення системи життєзабезпечення будинку за допомогою Wi-Fi модуля ESP.

Предметом даної роботи є програмно-апаратний модуль керування системою життєзабезпечення будинку.

Методи дослідження: аналіз, проектування та програмне кодування, тестування.

Апробація результатів магістерської роботи відбулася під час XXIII Всеукраїнської науково-методичної конференції «Могилянські читання – 2020» (додаток В) у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили (Миколаїв, 16–20 листопада 2020 р.).

Практичне значення: створення повністю функціонуючої системи життєзабезпечення будинку, яка буде більш ефективною та дешевою у порівнянні зі своїми аналогами, що популярні на ринку, та матиме більш ширший функціонал.

Публікації. За результатами магістерської роботи опубліковані тези доповіді у збірнику матеріалів Всеукраїнської конференції [1].

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається з анотації українською та англійською мовами, вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку джерел посилання з 22 найменувань, одного додатка та спеціального розділу охорони праці. Основна частина роботи становить 71 сторінок, серед яких 34 рисунки та 5 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано обґрунтування актуальності теми магістерської роботи, зазначено її важливість у деяких сферах діяльності людини, сформульовано мету, об'єкт та предмет дослідження, а також завдання, які необхідно вирішити для досягнення поставленої мети. Практичним значенням отриманих результатів є створення повністю функціонуючої системи життєзабезпечення будинку, яка буде більш ефективною та дешевою у порівнянні зі своїми аналогами, що

популярні на ринку.

У **першому розділі** магістерської роботи **«Аналітичний огляд літератури та патентної інформації розумних будинків»** розглянуто використання Інтернет речей у бізнесі та інших сферах життя людей. Сформульовано переваги та недоліки, а також проаналізовано можливості підключення пристроїв у системі Інтернету речей. Розглянуто протоколи передачі даних для систем Інтернету речей. Досліджено протоколи MQTT та CoAP на рівень безпеки передачі даних, а також схеми роботи даних протоколів.

Розглянуто аналогові пристрої, що доступні на ринку, серед яких були розумне реле Ajax WallSwitch 7-24V для управління приладами, комплект розумного будинку Orvibo Security Kit та D-Link DCH-100KT, їх особливості та характеристики. Були виявлені певні недоліки, основними з яких є:

- висока вартість приладів;
- обмежений функціонал;
- неможливість інтегрування у більш складніші проекти.

Проаналізовано патенти систем керування життєзабезпеченням будинку щодо використаних в них технологій та запропонованих функцій.

У **другому розділі** магістерської роботи **«Розробка апаратної частини програмно-апаратного модулю керування системою життєзабезпечення будинку»** розглянуто технічні характеристики обраних електронних елементів. Зокрема, проаналізовано можливості обраної плати ESP8266 та визначено її головні особливості щодо використання у проектуванні електричної схеми. Також розглянуто алгоритм роботи датчика руху HC-SR501 та вивчено схему роботи RFID-технології, коротко визначено функції мітки та зчитувача у цій технології. Проаналізовано аналоговий датчик освітлення та використання фоторезистора для реалізації системи. Вивчено можливості модуля реле для поєднання виходів 5В та 220В. У якості механізму відкриття замку вирішено використовувати сервопривід SG-90, який має достатній крутильний момент, щоб відкривати замок.

На основі обраних електричних елементів спроектовано систему підключення всіх компонентів. Для детального огляду підключення складена макетна схема у програмі Fritzing (рис. 1). Складена макетна схема демонструє підключення зовнішніх пристроїв до пінів NodeMCU-V2.

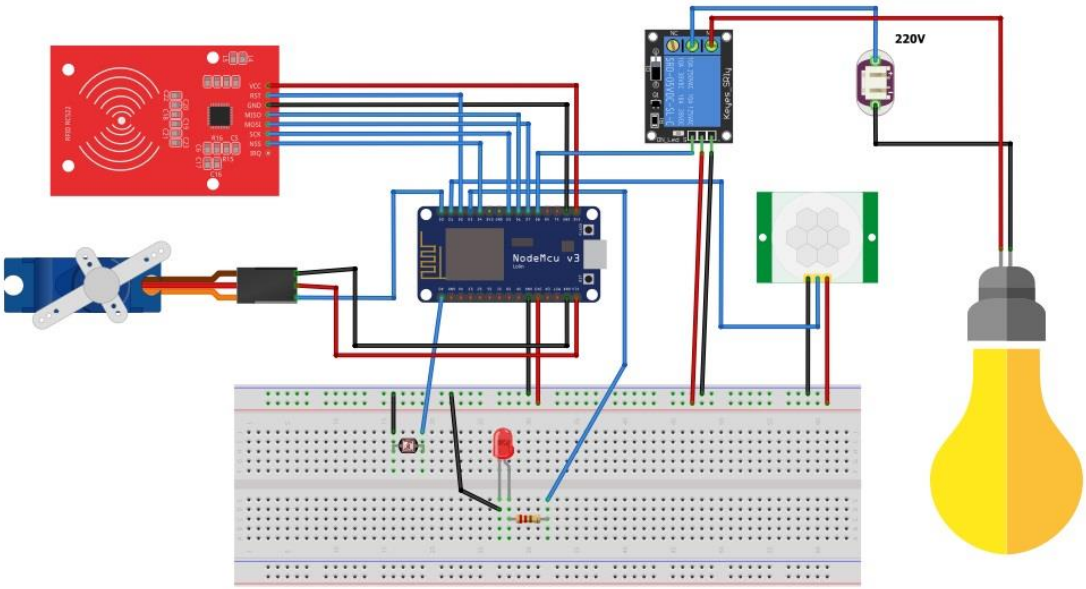

Рисунок 1 – Макетна схема

У **третьому розділі** магістерської роботи **«Розробка програмної частини програмно-апаратного модулю керування системою життєзабезпечення будинку»** розглянуто три варіанти можливих Android-застосунків, які можуть бути використані для взаємодії із мікроконтролером. Обрано IoT Manager через його простоту, яка не відбивається на потрібному результаті, хоча також можливе використання інших двох застосунків.

Розписано основні розроблені функції системи, а також використані стандартні функції середовища розробки Arduino IDE. Також описано додані бібліотеки, які потрібні для написання відповідних функцій. Розглянуто підключення Telegram-боту з використанням бота @BotFather, який надає функціонал для створення персонального бота.

Обрано CloudMQTT у якості MQTT-брокеру, який повністю відповідає необхідним параметрам та має безкоштовний план. Розписано підключення MQTT-брокеру та нових клієнтів через Android-застосунок для управління системою життєзабезпечення будинку. Показано всі важливі кроки

налаштування системи.

Для взаємодії з мікроконтролером було обрано Android-застосунок IoT Manager який використовується в якості пульта управління, а також приймає і відображає всю отриману інформацію від ESP8266. На рис. 2 (ліва частина) представлено вікно вказання необхідних полів для підключення до MQTT-брокеру та після натиснення кнопки «CREATE» створення нового клієнта. Бот буде виконувати функції головного адміністратора системи, тому має бути підключений лише один (рис. 2 права частина).

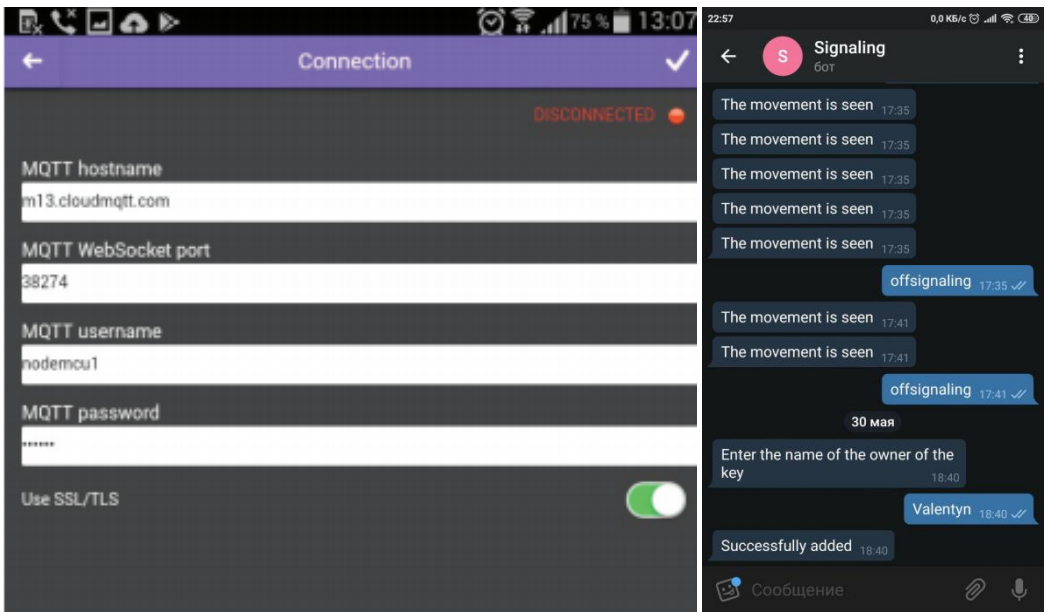

Рис. 2 – Створення MQTT-клієнта та спілкування з ботом

Розглянуто питання про безпеку розробленої системи, а також можливість використання у різних сферах. Також розглянуто питання конфіденційності системи.

У **четвертому розділі** магістерської роботи **«Експериментальні дослідження»** проведено експеримент для аналізу передачі даних по протоколах MQTT та CoAP, в якому були проаналізовані транзакції клієнт-сервера і кількість переданих байтів. На основі цього експерименту у проекті використовується протокол MQTT, який має менший відсоток втрат пакетів при збільшенні повідомлень. Розроблений модуль керування системою життєзабезпечення будинку буде вирішувати декілька проблем. Для вирішення

кожної проблеми розроблено апаратне рішення та програмні функції. Модуль керування системою життєзабезпечення будинку також включає в себе «розумну лампу», яка полегшує доступ до приміщення у темний період доби. Користувачеві будуть доступні наступні функції:

– включення та вимкнення «розумної лампи» за допомогою Android-застосунку;

– налаштування «розумної лампи» на режим автоматичного включення при фіксуванні руху людини за допомогою Android-застосунку;

– основна функція відкриття замку при виявленні ідентифікованої мітки (ключа);

– перегляд файлу, який містить інформацію про власника ключа, яким було відчинено замок, а також дату та час відкриття;

– допоміжна функція системи контролю, яка передбачає просту сигналізацію, тобто при фіксації руху людини власник системи керування життєзабезпеченням будинку інформується наявністю когось біля системи;

– у якості адміністратора системи підключено Telegram-бота, який дає можливість додавати та видаляти мітки з переліку доступних.

На рис. 3 показано схему передачі даних.

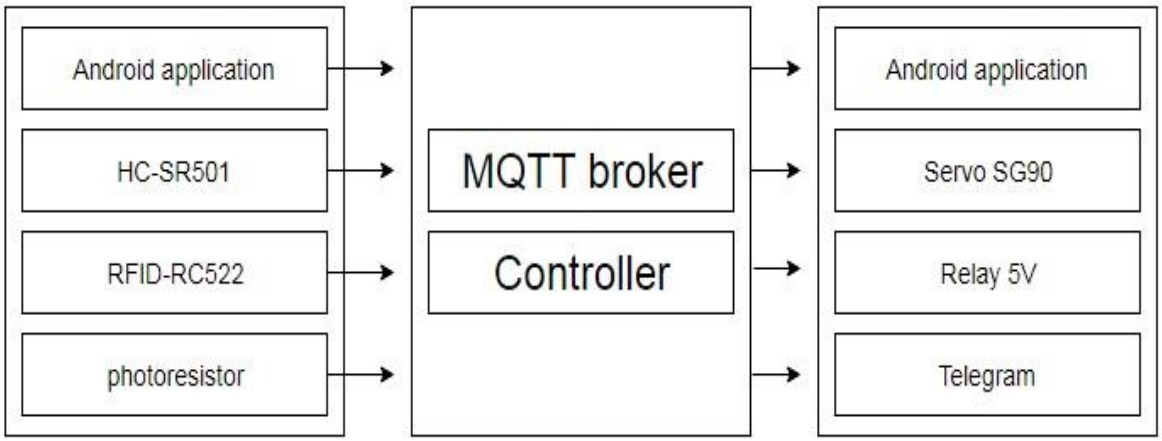

Рисунок 3 – Схема передачі даних

Аналізуючи рис. 3, видно, що головним керуючим елементом системи є мікроконтролер. У свою чергу він використовує MQTT-брокер для взаємодії з

Android-застосунком, через який виконується включення більшості функцій.

Після зібрання макетної схеми розписано основні рекомендації щодо перенесення макетної схеми на реальний пристрій.

Додаток містить лістинг коду програмного забезпечення програмно-апаратного модуля керування системою життєзабезпечення будинку.

У спеціальній частині «Охорона праці робочого місця інженера-програміста» проаналізовано нормативну базу і небезпечні фактори, з якими пов'язана робота за комп'ютером. Розроблений ряд заходів для дотримання нормативних умов і застереження від небезпечних факторів, які забезпечать нормальні виробничі умови.

Розглянуто основі причини негативного впливу роботи за комп’ютером, а саме: постійне сидяче положення, велика зорова напруга, одноманітні повторювальні навантаження на руки, нервово-емоційне напруження, пов'язане із впливом комп'ютера на психіку людини. Небезпека комп'ютера для здоров'я проявляється в тому, що вплив перерахованих проблем на здоров'я людини проявляється далеко не відразу, а лише через якийсь час.

Розглянуто протипожежну безпеку у приміщеннях, де знаходиться електричне обладнання та визначено основні можливі методи усунення пожежі, а також попередження можливих займань. Визначено оптимальні показники мікроклімату робочого приміщення, указано необхідні норми за міжнародним стандартом.

Проаналізовано системи освітлення природного та штучного характеру і визначено необхідність застосування на робочих місцях інженерів-програмістів. Сформульовано поради та норми освітлення, які будуть максимально захищати очі від втоми та перевтоми

На основі всіх розглянутих небезпечних чинників було розроблено рекомендації щодо правильної роботи інженера-програміста, такі як:

– періодична гімнастика для спини та рук;
– часте вологе прибирання;

– правильне положення при сидінні за комп’ютером;
– вправи для зняття напруги очей;
– відпочинок не менше 15 хвилин після роботи протягом години.

ВИСНОВКИ

В ході магістерської дипломної роботи було розглянуто використання Інтерет речей у бізнесі та інших сферах життя людей. Сформовано переваги та недоліки, виходячи із розглянутої літератури, а також проаналізовано можливості підключення пристроїв у системі Інтернету речей.

Разом з цим було проведено аналіз систем розумного будинку, що мають високу популярність на ринку, розібрано їх особливості, характеристики та недоліки, щоб надати власному модулю певні переваги та зробити його конкурентоздатним у порівнянні з ними. Аналіз показав, що основними недоліками таких систем є: висока вартість приладів, обмежений функціонал, неможливість інтегрування у більш складніші проекти. В результаті аналізу було сформульовано вимоги до модулю, щоб розробляється, позбавлених цих недоліків.

Розглянуто технічні характеристики обраних електричних елементів. Зокрема, проаналізовано можливості обраної плати ESP8266 та визначено її головні особливості щодо використання у проектуванні електричної схеми. Також розглянуто алгоритм роботи датчика руху HC-SR501 та вивчено схему роботи RFID-технології, коротко визначено функції мітки та зчитувача у цій технології. Проаналізовано аналоговий датчик освітлення та використання фоторезистора для реалізації системи. Вивчено можливості модуля реле для поєднання виходів 5В та 220В. У якості механізму відкриття замку вирішено використовувати сервопривід SG-90, який має достатній крутильний момент, щоб відкривати замок.

Розроблено програмну частину пристрою, обрано CloudMQTT у якості MQTT-брокеру, який повністю відповідає необхідним параметрам та має

безкоштовний план. Розписано підключення mqtt-брокеру та нових клієнтів через Android-застосунок для управління системою життєзабезпечення будинку. Показано всі важливі кроки налаштування системи. Розроблено панель управління системою життєзабезпечення будинку.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

[1] Корінний М. А., «Система автоматизації будинку», «Могилянські читання – 2020: Досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні: глобальний, національний та регіональний аспекти» : тези доп., 16–20 листопада 2020 р. / ЧНУ ім. Петра Могили. – Миколаїв, 2020, 46 – 47.

АНОТАЦІЯ

до кваліфікаційної магістерської роботи

«Програмно-апаратний модуль керування системою життєзабезпечення будинком»

Студент гр. 605: Корінний Максим Андрійович

Керівник: канд. техн. наук, доцент Солобуто Л. В.

Магістерська робота спрямована на дослідження технологій реалізації керування системою життєзабезпечення будинку.

Пояснювальна записка магістерської роботи складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та додатку. У вступі визначається актуальність теми, сформульовані мета, об’єкт, предмет та завдання дослідження та розроблення магістерської роботи. У першому розділі досліджується використання Інтернет речей у різних сферах життя людини, наводяться переваги та недоліки, розглянуто та проаналізовано існуючі аналоги, що доступні на ринку. У другому розділі описуються використані електричні компоненти та аргументовано їх; запропоновано схему підключення всіх компонентів. У третьому розділі обрано Android-застосунок у якості MQTT-клієнта та підключено Telegram-бота; підключений MQTT-брокер та показано підключення нових

клієнтів; досліджено безпечність та конфіденційність RFID-систем. У четвертому розділі проведено експериментальний аналіз передачі даних для двох протоколів, визначено основні функції програмно-апаратного модуля; сформульовано рекомендації щодо перенесення на реальний пристрій. У висновках наведено аналіз виконаної роботи та отриманих результатів дослідження та розроблення. У додатку А наведений лістинг програми.

В цілому, магістерська робота без додатків містить 71 сторінок, 34 рисунків, 5 таблиць, 22 джерел посилання.

Ключові слова: ESP8266, MQTT-брокер, MQTT-клієнт, контроль доступу, RFID, IoT.

ABSTRACT

of the Master’s Thesis

«Software-hardware module for controlling the home life support system »

Student: Korinnyi Maksym Andriiovych

Consultant: candidate of technical science, docent

Solobuto L. V.

The master's thesis is focused on the at studying technologies for implementing the management of the home life support system.

Explanatory note of the bachelor's work consists of an introduction, four chapters, conclusions and application. In the introduction, is determined the relevance of the topic, the purpose, object and objectives of the research and development of the bachelor's work are formulated. The introduction determines the relevance of the topic, formulated the purpose, object, subject and objectives of research and development of baccalaureate work. The first chapter explores the use of the Internet in various areas of human life, points out the advantages and disadvantages, the existing analogues available on the market are considered and analyzed. The second section describes the used electrical components; the scheme of connection of all components is considered. In the third section an Android application selected as MQTT-client and connected telegram bot; MQTT-broker is connected and connection of new clients is shown; The

safety and confidentiality of RFID-systems have been investigated. In the fourth section an experimental data analysis for two protocols was conducted; the basic functions of the software of the hardware module are determined; Recommendations for transferring to a real device are formulated. The conclusions provide an analysis of the work performed and the results of research and development. Appendix A lists the developed program.

In general, master's thesis without the enclosures contains 71 pages, 34 pictures, 5 tables, 22 references.

Key words: ESP8266, MQTT-broker, MQTT-client, access control, RFID, IoT.