МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Факультет комп'ютерних наук

Кафедра комп'ютерної інженерії

КУЧМАНИЧ ВЯЧЕСЛАВ ОЛЕКСІЙОВИЧ

УДК 004.93

РОЗПОДІЛЕНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГРУПИ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ WI-FI MESH

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 фіз.-мат. наук, доцент
доцент кафедри комп'ютерної інженерії
Пузирьов Сергій Володиимирович

Рецензент: доктор технічних наук, професор
зав. кафедри інтелектуальних інформаційних систем
Кондратенко Юрій Пантелійович

Захист відбудеться «24» лютого 2021 р. о 10:30 год 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 «22» лютого 2021 р.

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

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Розробка системи моніторингу технічного стану автомобіля пов’язана з необхідністю періодичного контролю його технічних характеристик заради подовження терміну експлуатації та забезпечення безпеки руху на дорозі.

Найбільш ефективним є застосування таких систем в автотранспортних підприємствах за для скорочення часу на попередній технічний контроль транспортних засобів, забезпечується оперативність контролю стану і причин неполадок, запобігають випадки експлуатації несправних автомобілів.

Одним з основних напрямків вдосконалення технічної експлуатації транспортних засобів є їх оснащення мікропроцесорними вбудованими засобами контролю і діагностування.

Оперативна оцінка технічного стану транспортних засобів можлива із застосуванням електронних і телематичних систем. Впровадження телематичних систем контролю в режимі реального часу технічного стану та експлуатаційних показників систем транспортного засобу передбачає застосування засобів зв'язку ближньої та дальньої дії, а також супутникових навігаційних систем.

Основними завданнями таких систем є контроль технічного стану, наприклад, з метою запобігати аварійним ситуаціям, і моніторинг умов і режимів роботи, з метою прогнозування залишкового ресурсу.

Прогрес в області телекомунікацій, обчислювальної техніки та сенсорних технологій привів до розвитку цілого ряду телематичних систем, які сприяють вирішенню зазначених завдань. Основна ідея полягає в інтеграції даних телематичних систем в уже існуючі інформаційні інфраструктури (стільниковий або радіозв'язок)

Метою: розробити програмно-апаратний модуль, який дозволяє віддалено отримувати інформацію про поточний технічний стан групи рухомих об’єктів.

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

– ознайомитись з поняттям телематичних систем та їх головними функціями;

– розглянути наявні рішення систем моніторингу на ринку;

– ознайомитись з теоретичною частиною пов’язаною з технічним станом автомобіля;

– ознайомитись з електронними системами сучасних автомобілів;

– обрати апаратне забезпечення системи, використовуючи загальнодоступні компоненти;

– розробити принципову схему підключення апаратного забезпечення;

– розробити програмну частину системи;

– виготовити робочий прототип пристрою та перевірити його на працездатність;

Об’єкт: процес автоматизації збору даних з автомобільних датчиків та подальша їх обробка, збереження та передача між групою рухомих об’єктів.

Предмет: розподілена система моніторингу технічного стану рухомого об’єкта в реальному часі.

Практичне значення:

– спрощення процесу перевірки технічного стану автомобіля в групі рухомих об’єктів;

– підвищення ефективності використання транспорту

Апробація результатів магістерської роботи відбулася під час Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, аспірантів і студентів «Інтелектуальні інформаційні системи-2021» (Миколаїв, 2021).

Публікації. За результатами магістерської роботи створено публікацію у збірнику матеріалів Всеукраїнської конференції [1].

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається з анотації на 2 сторінках, вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку джерел посилання з 26 найменувань, 2 додатків на 9 сторінках. Основна частина роботи становить 70 сторінок, серед яких 40 рисунків та 3 таблиці.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано обґрунтування актуальності теми магістерської роботи, сформульовано мету, об’єкт, предмет та завдання дослідження, вказано практичне значення одержаних результатів. Задача моніторингу технічного стану автомобіля набуває своєї актуальності разом зі зростанням кількості автомобілів у світі та необхідністю підтримувати їх у належному стані для забезпечення безпеки руху на дорозі.

У **першому розділі** магістерської роботи «**Аналітичний огляд систем моніторингу технічного стану рухомих**» ознайомлено з телематичними системами та їх головними функціями. Розглянуто існуючі рішення систем моніторингу технічного стану рухомих об’єктів на ринку.

Було розібрано та ознайомлено з теоретичною частиною технічного стану автомобіля та його впливу на працездатність. Розглянуто основні види технічного стану транспорту.

Ознайомлено з архітектурою електронної системи сучасного автомобіля. Виявлено особливості та переваги роботи CAN-шини. Розглянуто принципи роботи електронних блоків керування та їх зв’язку між собою.

Проаналізовано історію та мету створення вмонтованих систем діагностування. Розглянуто спосіб зв’язку з вмонтованою діагностичною системою OBD-II (рис. 1).

Рисунок 1 – OBD2 адаптер ELM327

ELM327 – мікросхема, що перетворює ряд протоколів, використовуваних в діагностичних шинах автомобіля, в протокол RS-232. Окрім можливості автоматичного виявлення й інтерпретації протоколів OBD, ELM327 також забезпечує підтримку високошвидкісних комунікацій.

Підтримує наступні протоколи:

– ISO 9141-2: дані передаються через 7 контакт (K-line) та 15 контакт (L-line). Швидкість передачі даних 10 кбайт/с;

– ISO 14230: ідентичний протоколу ISO 9141-2, але працює ще повільніше від 1,2 кбайт/с і до 10 кбайт/с;

– SAE J1850 PWM: підключається до контактів 2 та 10. Швидкість передачі даних 41,6 кбайт/с;

– SAE J1850 VPW: підключається до 2 контакту, швидкість передачі даних 10,4 кбайт/с;

– ISO 15765-4: може досягати швидкості до 1 Мбіт/с. Підключається до 6 та 14 контакту.

Виявлено основні підходи для діагностики транспортних засобів.

У **другому розділі** магістерської роботи **«Розробка апаратної частини розподіленої системи моніторингу технічного стану групи рухомих об'єктів»**

У даному розділі було розглянуто та проаналізовано можливості плат Arduino Pro Mini, Arduino Nano, Arduino Uno, Arduino Mega. На основі аналізу було виявлено, що внаслідок своєї компактності, низької ціни та достатньої функціональності плата Arduino Pro Mini найкраще підходить для прототипу системи.

Під час аналізу компонентів які будуть використовуватися в розробці системи було обрано: дисплей LCD 20×4 на мікросхемі HD44780, модуль бездротового зв'язку Bluetooth HC-05, модуль I^2C на мікросхемі PCF8574T для розширення портів.

Для роботи пристрою в мережі Wi-Fi було обрано плату ESP8266 сьомої версії та потужний Wi-Fi модуль DevKit V1 з ESP32 для розгортання Wi-Fi Mesh.

Було розроблено схему підключення всіх необхідних компонентів прототипу системи.

У **третьому розділі** магістерської роботи **«Розробка апаратно-програмного забезпечення розподіленої системи моніторингу технічного стану групи рухомих об'єктів»** У даному розділі була написана програмна частина розроблюваної системи. Спроєктовано принципову схему майбутнього пристрою, та детально описано підключення всіх її компонентів. На рисунку 2 наведено принципову схему пристрою.

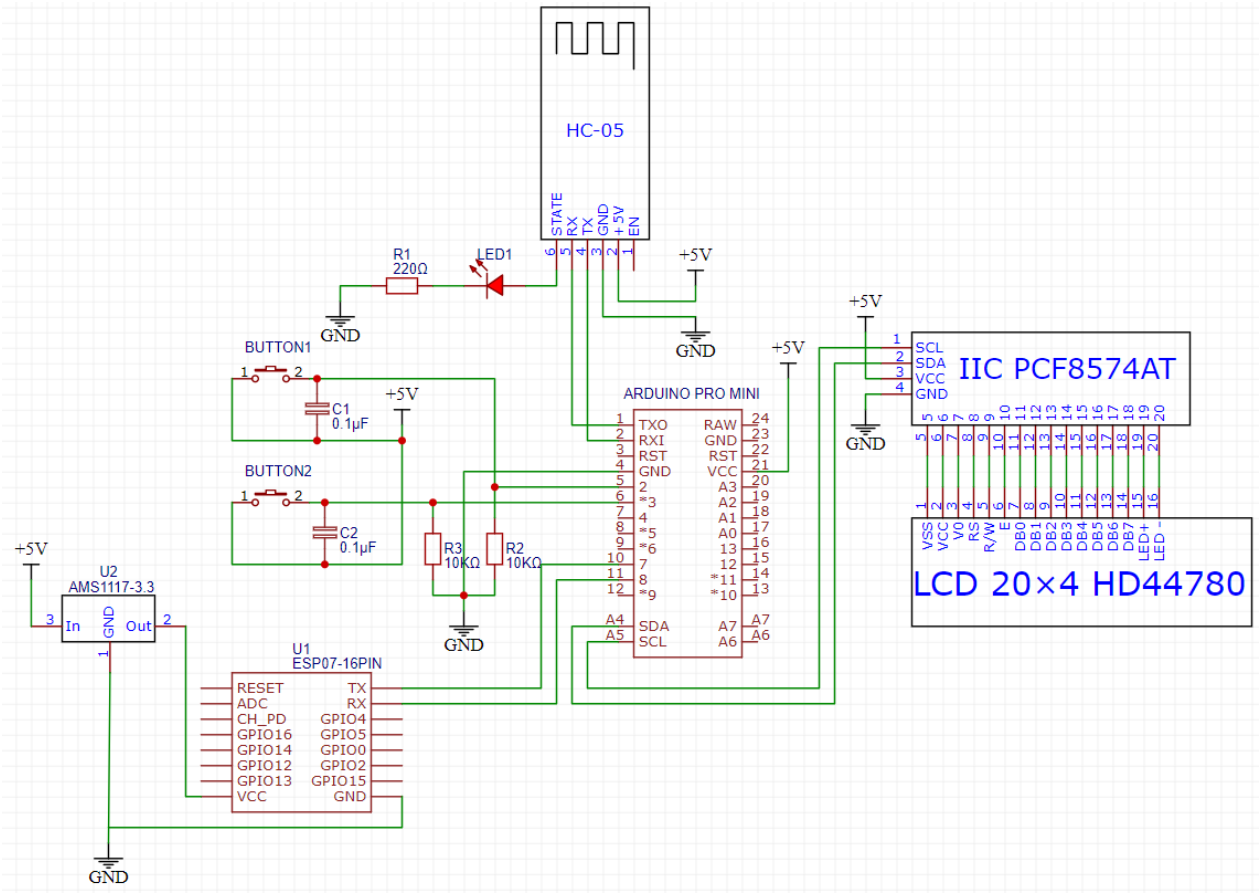

Рисунок 2 – Принципова схема пристрою

Було інстальовано необхідні драйвери та бібліотеки для роботи з платами Arduino, ESP8266, ESP32 та іншою периферією.

Було розглянуто бібліотеку painlessMesh для розгортання mesh-мережі, ознайомлено з особливостями роботи з даною бібліотекою, а також розглянуто головні функції бібліотеки OBD для комунікації через порт OBD-II.

Налаштовано модуль Bluetooth HC-05 AT-командами на відповідний MAC-адрес. Описано головні функції системи.

Опис функції системи:

– `func_Engine_Load()` – повертає навантаження двигуна в процентах;

– `func_Coolant_Temp()` – повертає температуру охолоджуючої рідини двигуна;

– `func_Intake_Map()` – повертає значення тиску у впускному колекторі;

– `func_RPM()` – повертає кількість обертів двигуна;

– `func_Speed()` – повертає швидкість транспортного засобу;

– `func_Intake_Temp()` – повертає температуру всмоктуваного повітря;

– `func_Maf_Flow()` – масова витрата повітря;

– `func_Throttle()` – повертає положення дросельної заслінки;

– `func_Runtime()` – повертає час в секундах, що минув після запуску двигуна;

– `func_Distance_With_Mil()` – повертає пройдену дистанцію в кілометрах з запаленою лампою (Check Engine);

– `func_Distance()` – повертає пройдену дистанцію в кілометрах, після очищення кодів несправностей;

– `func_Barometric()` – повертає значення атмосферного тиску;

`func_Control_Module_Voltage()` – повертає напругу бортової системи транспорту.

У **четвертому розділі** магістерської роботи **«Експериментальні дослідження»** У даному розділі була проведено тестування розробленої

системи. Окреме проводилось тестування mesh-мережі для плат ESP8266 та ESP32. Було проведено тестування функцій системи діагностування. На рисунку 3 і 4 наведено запити розробленої системи до діагностичного роз'єму OBD.

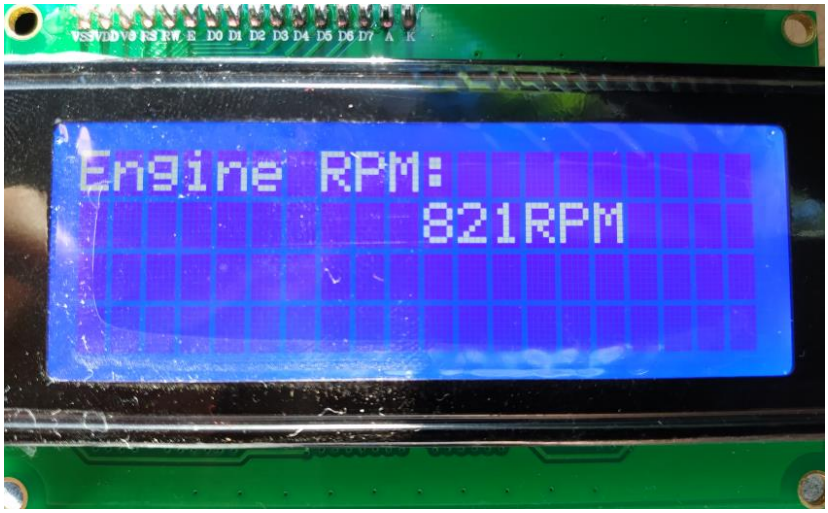

Рисунок 3 – Запит на кількість обертів на хвилину

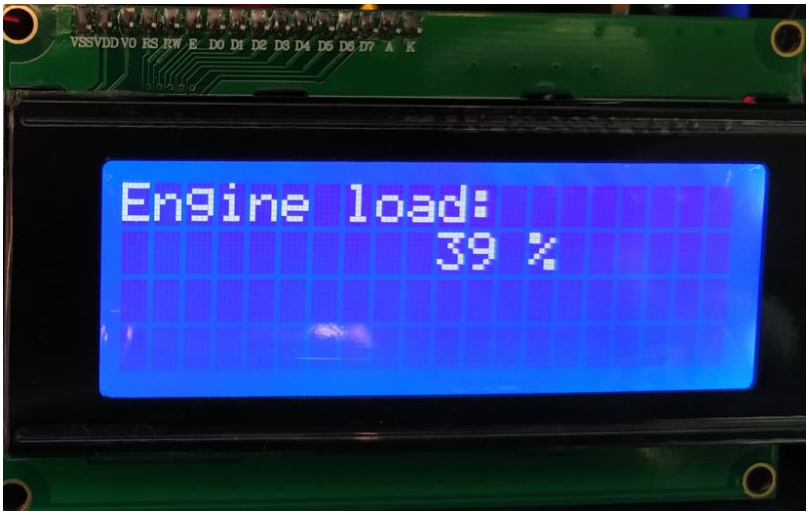

Рисунок 4 – Запит на навантаження двигуна

Додатки містять лістинг коду застосунку для плати Arduino та плати ESP8266

У спеціальній частині «Охорона праці» в результаті проведеної роботи було зроблено аналіз умов праці, шкідливих та небезпечних чинників, з якими зустрічається робітник IT, розраховано повітропродуктивність приміщення. Було визначено параметри і певні характеристики приміщення, описано які заходи потрібно зробити для того, щоб дане приміщення відповідало необхідним нормам і було комфортним і безпечним для робітника. Приведені

рекомендації щодо 10 організації робочого місця. Було розглянуто важливу інформацію щодо пожежної безпеки та правила поведінки при пожежі.

ВИСНОВКИ

В ході магістерської дипломної роботи було розглянуто використання транспортних телематичних систем, визначено головні функції подібних систем.

Було розглянуто та ознайомлено з теоретичною частиною технічного стану автомобіля та його впливу на працездатність. Розглянуто основні види технічного стану транспорту. Ознайомлено з архітектурою електронної системи сучасного автомобіля. Виявлено особливості та переваги роботи CAN-шини. Розглянуто принципи роботи електронних блоків керування та їх зв’язку між собою. Проаналізовано історію та мету створення вмонтованих систем діагностування. Розглянуто способи зв’язку з вмонтованою діагностичною системою OBD-II. Виявлено основні підходи для діагностики транспортних засобів, а також способи зв’язку з діагностичною системою.

Під час проектування прототипу систему було проведено аналіз технічних характеристик обраних компонентів. Зокрема, проаналізовано можливості обраних плат Arduino Pro Mini та ESP8266, визначено їх головні особливості щодо використання у проектуванні системи.

Спроектовано принципову схему пристрою, та детально описано підключення всіх компонентів. Розроблено програмну частину пристрою, інстальовано та розглянуто головні функції використаних бібліотек для роботи з платами Arduino, ESP8266, ESP32 та іншою периферією. Налаштовано AT - командами модуль Bluetooth HC-05 на відповідний MAC-адрес.

Було описано особливості та переваги Mesh мереж, а сама порівняно архітектуру класичної Wi-Fi мережі та Wi-Fi Mesh мережі.

Функціонал розробленої системи було перевірено на реальному автомобілі. Продемонстровано можливості системи. Під час тестування система працювала стабільно та відповідала на всі запити, отже можна вважати, що пристрій успішно пройшов тестування.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Кучманич В. О., Пузирьов С. В. «Розподілена система моніторингу технічного стану групи рухомих об’єктів на базі технології Wi-Fi Mesh», Інтелектуальні інформаційні системи : Всеукраїнська науковопрактична конференція молодих вчених, аспірантів і студентів : тези доп., 9–12 лютого 2021 р. / ЧНУ ім. Петра Могили. – Миколаїв, 2021, 106 – 109.

АНОТАЦІЯ

Кучманич В. О. Розподілена система моніторингу технічного стану групи рухомих об’єктів на базі технології Wi-Fi Mesh. – Кваліфікаційна робота магістра зі спеціальності 123 Комп’ютерна інженерія. – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, 2021.

Магістерська робота спрямована на дослідження систем моніторингу технічного стану групи рухомих об’єктів. Розглянуто головні функції подібних систем та адаптери зв’язку з діагностичним блоком автомобіля. Практичне значення результатів дослідження та розроблення полягає у розробці програмно-апаратного модуля, що дозволяє отримувати інформацію про поточний технічний стан групи рухомих об’єктів.

Пояснювальна записка магістерської роботи складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та двох додатків. У вступі визначається актуальність теми, сформульовані мета, об’єкт, предмет та завдання дослідження та розроблення. У першому розділі розглянуто основні функції телематичних систем, теорію технічного стану, його вплив на працездатність та основне завдання діагностики; розглядається архітектура електронної системи сучасного автомобіля, наведено особливості та переваги роботи CAN-шини; розглядається робота електронних блоків керування автомобіля. У другому розділі описується вибір апаратних компонентів майбутньої системи та їх характеристика; розглянуто схему підключення обраних компонентів. У третьому розділі описано використані інтерфейси зв’язку; спроєктовано

принципову схему системи; розглянуто використані бібліотеки; розроблено програму для мікроконтролера; продемонстровано головні функції системи. У четвертому розділі описано процес створення mesh-мережі; проведено тестування розробленої системи. У висновках наведено аналіз виконаної роботи та отриманих результатів дослідження та розроблення. У додатку А наведено керуюча програма для мікроконтролера. У додатку Б наведено програмний код для Wi-Fi модуля.

В цілому, магістерська робота без додатків містить 70 сторінок, 40 рисунків, 3 таблиці, 26 джерел посилання.

Ключові слова: моніторинг, Wi-Fi Mesh, ЕБК, CAN-шина, ELM327, OBD2, технічний стан, бортова діагностика, Arduino, ESP8266, ESP32.

ABSTRACT

Kuchmanych V. A. Distributed system for monitoring the technical condition of a group of moving objects based on Wi-Wi Mesh technology. – Master’s thesis in specialty 123 Computer Engineering. – Petro Mohyla Black Sea National University, 2021.

The master's thesis is aimed at studying the systems of monitoring the technical condition of a group of moving objects. The main functions of such systems and adapters for communication with the diagnostic unit of the car are considered. The practical significance of the results of research and development is to develop a software and hardware module that allows you to obtain information about the current technical condition of a group of moving objects.

The explanatory note of the master's thesis consists of an introduction, four sections, conclusions and two appendices. The introduction determines the relevance of the topic, formulates the purpose, object, subject and objectives of research and development. The first section considers the main functions of telematic systems, the theory of technical condition, its impact on performance and the main tasks of diagnosis; the architecture of the electronic system of a modern car is considered, the features and advantages of CAN-bus operation are given; the operation of electronic

car control units is considered. The second section describes the choice of hardware components of the future system and their characteristics; the scheme of connection of the selected components is considered. The third section describes the communication interfaces used; the schematic diagram of the system is designed; used libraries are considered; the program for the microcontroller is developed; the main functions of the system are demonstrated. The fourth section describes the process of creating a mesh network; the developed system was tested. The conclusions provide an analysis of the work performed and the results of research and development. Appendix A provides a control program for the microcontroller. Appendix B provides the program code for the Wi-Fi module.

In general, the master's thesis without appendices contains 70 pages, 40 figures, 3 tables, 26 bibliographical references.

Keywords: monitoring, Wi-Fi Mesh, ECU, CAN-Bus, ELM327, OBD2, technical condition, on-board diagnostic, Arduino, ESP8266, ESP32.