

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Факультет комп'ютерних наук

Кафедра комп'ютерної інженерії

ЖИГОЛІН ПАВЛО ДМИТРОВИЧ

УДК 004.35

**АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ НА БАЗІ
RFID-ТЕХНОЛОГІЇ**

**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 техн. наук,
доцент кафедри автоматизації
та комп'ютерно-інтегрованих
технологій
Щесюк Олег Володимирович

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

Пузирьов С. В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Італійське містечко Мільяніко, що в провінції К'єті є успішним прикладом використання технологія RFID для оцифрування і автоматизації обліку управління відходами. Як і багато інших італійських міст, в Мільяніко за останні кілька років активно розвивалась модель Pay as You Throw (PAYT). Це модель ціноутворення для утилізації твердих побутових відходів. З користувача стягується ставка в залежності від кількості та типу відходів, які вони викидають.

Статистика за 2021 рік показує, що в чверті італійських міст вже працює модель PAYT. Система збору сміття, заснована на RFID технології, протягом багатьох років демонструє хороші результати: відсоток сировини, що переробляється, доходять до 70%, а деякі райони досягають і 85%, як наприклад місто Мільяніко [1].

Згідно системи PAYT, сміттеві баки й мішки ідентифікуються мітками радіочастотної ідентифікації, а співробітники зі збору отримують зчитувачі міток або браслети для сканування. Скануючи мітку, співробітник фіксує і передає в систему дані про всіх види відходів, що потрапили в конкретний сміттевий контейнер: вторинну сировину, органічні і несортовані відходи або надзвичайно небезпечні компоненти.

Використання системи надає можливість отримувати більш об'єктивні дані, допомагає мінімізувати людську помилку і зменшити кількість претензій. Важливо відзначити, що нова технологія дозволить жителям краще опанувати сортування сміття і переглянути свої звички.

В Україні актуальним є питання автоматизації процесу контролю відходів. Використання системи радіочастотної ідентифікації – це найбільш безпечний і прозорий спосіб відслідковувати і сертифікувати весь ланцюг контролю відходів. Опираючись на досвід іноземних партнерів ми можемо спостерігати, що в Нідерландах впроваджено проект на основі використання RFID-міток з використанням мобільного додатку, який дозволяє

автоматизувати перевірку транскордонних переміщень неправильно утилізованих відходів [2].

Зважаючи на карантинні умови, в якому перебуває світ, з кожним роком стає все більш очевидним, що технологія RFID має потенціал там, де потрібно забезпечити дистанційну роботу та безпечний й прозорий моніторинг процесів. Зважаючи на відносну легкість використання, високу ступінь надійності, необхідність використання даної технології та її науково-практичне значення є очевидними.

Мета: створити автоматизовану систему ідентифікації об'єктів для вирішення задачі управління відходами.

Об'єкт: автоматизація процесу контролю за відходами, в тому числі фіксація факту неправильної утилізації небезпечного сміття.

Предмет: засоби ідентифікації та обліку відходів на основі RFID технології.

Методи дослідження: спостереження, порівняння, вимірювання, експеримент, аналіз і синтез, абстрагування, емпіричний аналіз, метод наукової індукції.

Гіпотеза: передбачається, використання RFID технології дає можливість оптимізувати, оцифрувати й автоматизувати процес обліку, а також забезпечити повний контроль над управлінням відходів.

Наукова новизна: автоматизація процесів утилізації відходів з допомогою електронної ідентифікації дозволить вирішити проблеми нестачі інформації про кількість зібраних матеріалів, несанкціонованому скиданні сміття поза маршрутом, а також нелегальному вивозі сміття й тим об'єктам, що вимагають особливого підходу.

Впровадження RFID-технології дозволить відстежити якість виконаних робіт, побачити необхідну аналітику, а також надати незаперечні докази своєчасного прибирання сміттєвих майданчиків.

Практичне значення: В умовах зростання кількості й складності екологічних проблем та обмеженості природних ресурсів питання поводження з відходами, у тому числі з небезпечними, набули особливої гостроти. Проблема відходів у нашій країні, в першу чергу, пов'язана із неефективним національним законодавством щодо відходів та нераціональними методами поводження з ними. Саме тому RFID являється передовим рішенням у питаннях автоматизації процесів контролю за відходами, як найбільш ефективним інструментом отримання інформації.

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

- 1) Розглянути особливості систем безконтактної ідентифікації.
- 2) Проаналізувати вихідну документацію, структури даних і бази даних аналогічних апаратно-програмної систем.
- 3) Дослідити математичні методів, моделей і алгоритмів, які застосовуються для обробки даних.
- 4) Розробити сукупність апаратної частини та програм, призначених для розробки, функціонування та модернізації технічної системи.
- 5) Представити прототип апаратної частини комплексу у вигляді, готовому до використання.
- 6) Розробити програмну частину комплексу автоматизації.

Апробація результатів: Матеріали та основні положення, отримані в роботі, представлялися на Всеукраїнської науково-методичної конференції «Могилянські читання – 2020» у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили (Миколаїв, 16–20 листопада 2020 р.).

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається з анотації на 2 сторінках, вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку джерел посилання з 35 найменувань, 4 додатки на 10 сторінках. Основна частина роботи становить 77 сторінок (без додатків), серед яких 33 рис. та 7 табл.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано загальну характеристику досліджуваної теми, обґрунтовано актуальність дипломної роботи, сформульовано мету, завдання досліджень, відзначено практичну новизну та актуальність отриманих результатів, подано інформацію про апробацію, структуру та обсяг роботи.

У **першому розділі** магістерської роботи «Автоматизована система ідентифікації об'єктів на базі RFID-технологій» розглянуто існуючі методи ідентифікації об'єктів, такі як штрих-код, QR-код, технологія NFC та RFID-ідентифікація. Обрано технологію RFID, описано особливості радіочастотної ідентифікації. Обґрунтовано вибір даної технології, розглянуто її переваги та недоліки. Радіочастотна ідентифікація є найсучаснішою технологією для автоматичного розпізнання об'єктів, тобто для ідентифікації безконтактним способом. Наразі діапазон застосування RFID-технології надзвичайно широкий, проте актуальним є питання використання даної технології для управління утилізацією особливо небезпечних відходів. Оскільки кожен день, не замислюючись, ми відправляємо у сміттєвий бак найрізноманітніші відходи: папір, поліетиленові пакети, батарейки, скло, деталі від електроприладі. Але деякі види цього сміття є небезпечними і потребують особливої утилізації.

Проте, на жаль, багато людей про елементарні правила сортування і утилізації відходів, саме тому актуальним стає питання проблеми управління відходами, тобто фіксація найбільш небезпечних товарів чи компонентів, що були неправильно утилізовані.

Управління відходами є однією з найбільш складних питань, які постають перед серйозною проблемою забруднення через величезну кількість твердих побутових відходів. Щоб успішно справитися з побутовими відходами потрібна ефективна система управління відходами, з допомогою якої можливо контролювати систему збору та транспортування та керувати процесом утилізації.

Розглянуто сфери використання RFID-технологій та необхідність визначати місцеположення багатьох об'єктів. Проведено аналіз аналогічних систем управління відходами, такі як Lakeshore Recycling Systems (LRS) і GPSM Eco Track. Проведено аналітичний огляд літератури та патентної інформації, розглянуто матеріали міжнародної наукової конференції «Енергоефективність в сучасному суспільстві», а також наукової статті «Проблеми та потенційні можливості RFID-маркування товарів як засобу ідентифікації». Сформовано технічне завдання до апаратно-програмного забезпечення.

У **другому розділі** магістерської роботи «Автоматизована система ідентифікації об'єктів на базі RFID-технологій» розглянуто методи підвищення точності та методи визначення місцеположення RFID-міток шляхом, а також оптимізації всієї системи, в цілому. Також було сформовано технічне завдання до системи.

До систем управління відходами постійно збільшуються вимоги як по точності, швидкості обробки даних, об'ємам оброблюваних даних так і по економічних показниках. Для охоплення цієї кількості характеристик на допомогу виступає RFID технологія, котра при вдалому виборі елементів задовольняє вимогам. При використанні великої кількості RFID-міток, зростають обчислювальні витрати, необхідні для точного визначення положення на певній території, зростають завади при отриманні сигналу від цих міток.

Для створення автоматизованої системи моніторингу використовують бездротову сенсорну мережу, яка має великий радіус дії, а також з розвитком технологій здатна відстежувати рухомі об'єкти. Щоб визначати місцеположення RFID-міток застосовують метод, який базується на отриманій потужності сигналу від міток.

Третій розділ магістерської роботи магістерської роботи
«Автоматизована система ідентифікації об'єктів на базі RFID-технологій»
присвячений розробці

архітектуру системи, а саме визначено топологію об'єктів та наведено схему взаємодії компонентів, детально описано принцип роботи системи. Було розглянуто різні варіанти підключення системи до інтернету. В результаті було обрано технологію передачі даних по Wi-Fi та обґрунтовано вибір даної технології. Також було спроектовано та схематично продемонстровано способи розміщення зчитувачів поряд комплексів утилізації товарів.

Було описано повний алгоритм роботи системи, та алгоритм взаємодії з користувачем. Він полягає в дистанційній ідентифікації товарів, маркованих RFID-міткою та передачі таких даних на сервер. Також було представлено алгоритм основного циклу роботи програми.

Всі дані, які фіксує система мають зберігатися в базі даних, саме тому було спроектовано БД з використанням MySQL, в якій буде зберігатися інформація про поточний стан об'єкта, а також що саме за об'єкт було утилізовано, якій компанії він належить, час його утилізації. Для кожного об'єкта і стану товару було створено відповідні таблиці в MySQL.

На рисунку 1 представлено схему, що демонструє топологію компонентів, з яких складається автоматизований комплекс для контролю утилізації відходів. Так як дані комплекси будуть компактними за розмірами та матимуть високий ступінь фізичного захисту від злоумисників, то їх можна розміщувати як в громадських місцях, житлових кварталах, так і в промислових районах та на виробничих підприємствах. Даний комплекс буде ідентифікувати товари, що потрапили до контейнер й відправляти данні на сервер.

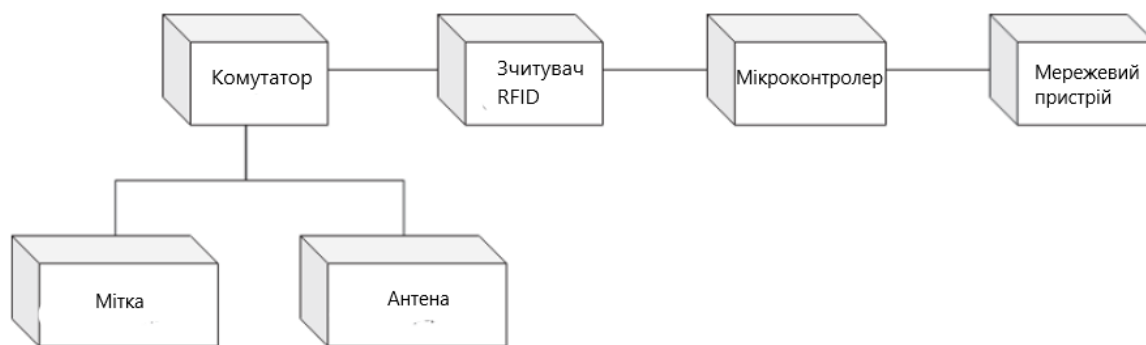


Рис.1 – Топологія об'єктів

У **четвертому розділі** магістерської роботи «Автоматизована система ідентифікації об'єктів на базі RFID-технологій» проведено опис використаних компонентів, до яких належить мікроконтролер Arduino Uno R3 для управління системою, RFID-модуль RC522 для радіочастотної ідентифікації об'єктів та модуль NodeMCU для передачі даних через Wi-Fi. Також було представлено технічні характеристики компонентів та схема їх підключення й фотографія готового пристрою.

Описано процес реалізації програмної частини, програмне середовище Arduino IDE для керування мікроконтролером, RFID-зчитувачем та передачі даних по Wi-Fi на сервер.

На риунку 2 діаграми варіантів використання системи представлено схему взаємодіючих з нею акторів.

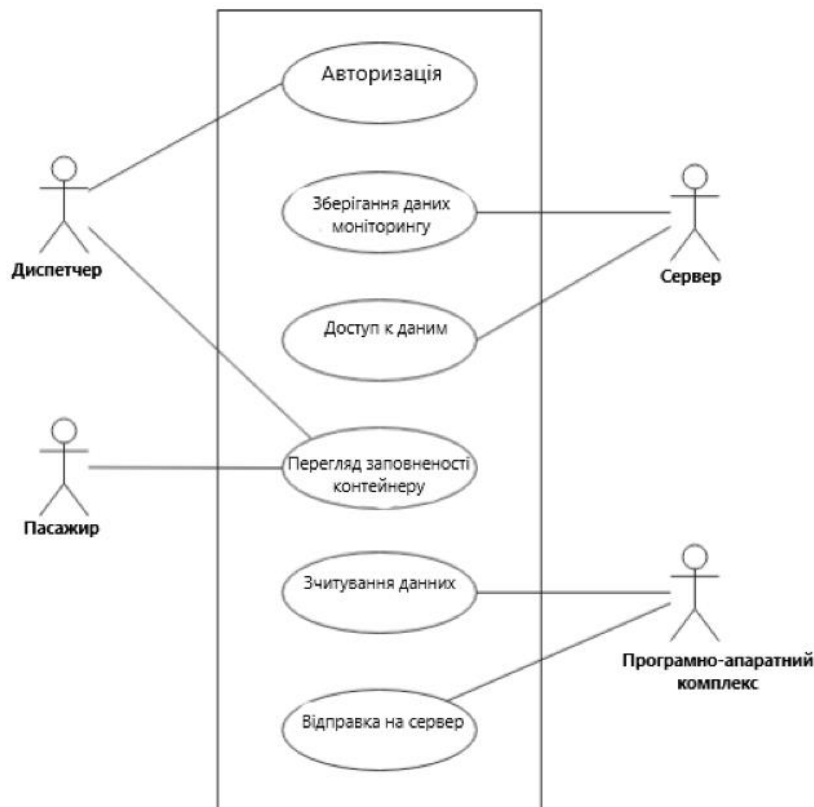


Рис.2 – Діаграма варіантів використання системи керування відходами

Підсумком реалізації серверної частини став веб-сервер Apache версії 2.4 з СУБД MySQL версії 8.0 і підтримкою синтаксису PHP 7.3.2. Написані скрипти забезпечують перегляд поточного місцезнаходження об'єкта і зв'язок з апаратним забезпеченням на комплексах утилізації об'єктів за допомогою додавання або оновлення в базі даних інформації про місцезнаходження об'єктів.

Схема з'єднання компонентів системи представлена на рисунку 3.

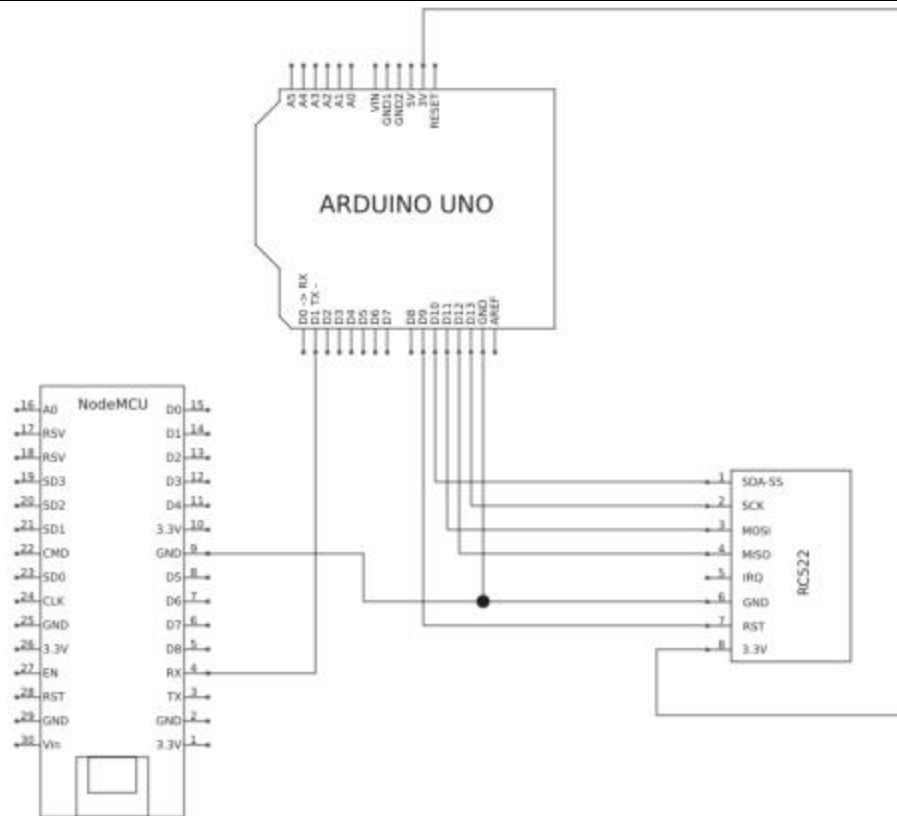


Рис. 3 - Електрична схема з'єднання компонентів

В результаті проведеного тестування з'ясувалося, що система працює як передбачалося: зчитувач отримує інформацію як від однієї, так і від безлічі міток, дана інформація надходить на пристрій зв'язку (плату з модулем Wi-Fi), яке відправляє запит на сервер. Веб-сервер, в свою чергу, приймає запити і відхиляє свідомо помилкові (з неправильними параметрами, або взагалі не пов'язаними з системою даними).

На рисунку 4 представлено фотографію макету зібраного макет.

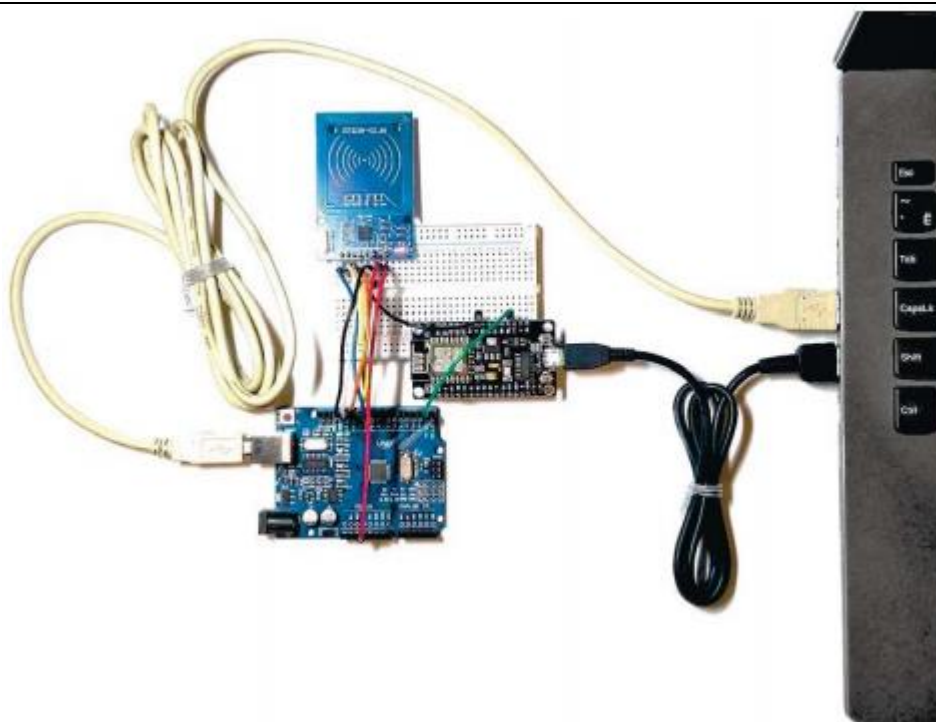


Рис. 4 – Фотографія системи ідентифікації об'єктів

У спеціальній частині «Охорона праці» наведено аналіз факторів виробничого середовища у відділі розробки програмного забезпечення підприємства ТОВ «МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАУКОВО-ВИРОБНИЧИЙ ЦЕНТР ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕК», яке було обрано місцем проходження переддипломної практики, а також визначений вплив цих факторів на здоров'я та працездатність працівників. Представлені в розділі розрахунки свідчать, що в існуючих умовах праці спостерігається відхилення від норми, тож запропоновано заходи для зниження ступеню втоми та підвищення рівня працездатності на робочому місці.

ВИСНОВКИ

В процесі виконання даної магістерської роботи розроблено, проаналізовано та створено автоматизовану систему ідентифікації об'єктів на базі RFID-технології для вирішення актуальної задачі контролю відходами, в тому числі підтвердження факту утилізації небезпечного об'єкту в конкретний контейнер.

Розглянуто існуючі методи ідентифікації об'єктів, такі як штрих-код, QR-код, технологія NFC та RFID-ідентифікація і обрано технологію RFID через ряд переваг. Висока фізична надійність засобів ідентифікації, підвищена надійність системи в цілому за рахунок відсутності механічного зносу та децентралізації обробки інформації.

Описано особливості радіочастотної ідентифікації. Обґрунтовано вибір даної технології, розглянуто її переваги та недоліки, виходячи із аналітичного огляд літератури та патентної інформації, матеріалів міжнародної наукової конференції та наукової статті, а також опираючись на досвід іноземних партнерів в даній сфері.

Було розроблено архітектуру системи, а саме визначено топологію об'єктів та наведено схему взаємодії компонентів, детально описано принцип роботи системи. Було розглянуто різні варіанти підключення системи до інтернету. В результаті було обрано технологію передачі даних по Wi-Fi та обґрунтовано вибір даної технології. Також було спроектовано та схематично продемонстровано способи розміщення зчитувачів поряд комплексів утилізації товарів.

Було описано повний алгоритм роботи системи, та алгоритм взаємодії з користувачем. Він полягає в дистанційній ідентифікації товарів, маркованих RFID-міткою та передачі таких даних на сервер. Також було представлено алгоритм основного циклу роботи програми.

Всі дані, які фіксує система мають зберігатися в базі даних, саме тому було спроектовано БД з використанням MySQL, в якій буде зберігатися

інформація про поточний стан об'єкта, а також що саме за об'єкт було утилізовано, якій компанії він належить, час його утилізації. Для кожного об'єкта і стану товару було створено відповідні таблиці в MySQL.

Проведено опис використаних компонентів, до яких належить мікроконтролер Arduino Uno R3 для управління системою, RFID-модуль RC522 для радіочастотної ідентифікації об'єктів та модуль NodeMCU для передачі даних через Wi-Fi. Також було представлено технічні характеристики компонентів та схема їх підключення.

Створена діюча модель автоматизованої системи ідентифікації об'єктів на базі RFID-технологій.

В результаті проведеного тестування з'ясувалося, що система працює як передбачалося: зчитувач отримує інформацію як від однієї, так і від безлічі міток, дана інформація надходить на пристрій зв'язку (плату з модулем Wi-Fi), яке відправляє запит на сервер.

В подальшому передбачено модифікацію системи шляхом обладнання сміттєзбиральних машин RFID- датчиками, датчику нахилу і ємнісний датчик палива. Також передбачається створення додаткового пристрою для запису вільних міток.

АНОТАЦІЯ

до кваліфікаційної магістерської роботи

«Автоматизована система ідентифікації об'єктів на базі RFID-технологій»

Студент: Жиголін Павло Дмитрович

Керівник: к.т.н., доц. Солобуто Лариса Вадимівна

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена дослідженню та автоматизованої системи для радіочастотної ідентифікації об'єктів.

Мета роботи – вирішення задачі управління відходами за допомогою бездротового RFID-сенсора для радіочастотної ідентифікації об'єктів.

Об'єкт дослідження – процес контролю за відходами, в тому числі фіксація факту неправильної утилізації небезпечного сміття.

Предмет дослідження – засоби ідентифікації та обліку відходів на основі RFID.

Практичне значення полягає у використанні системи для вирішенні питання автоматизації процесів контролю за відходами та підвищення його ефективності.

Дипломна робота складається з фахових розділів та спеціальної частини з охорони праці. Пояснювальна записка магістерської роботи складається зі вступу, п'яти розділів, висновків та додатків.

У вступі визначається актуальність теми роботи, її мета, об'єкт і предмет для вивчення, проводиться короткий огляд поставленої задачі. У першому розділі розглядаються методи реалізації задачі, проводиться аналіз аналітичної літератури та патентів. У другому розділі проведено аналіз математичних методів та огляд існуючих технологічних рішень. У третьому розділі описано процес проектування комплексу. У четвертому розділі представлено процес реалізації та тестування системи. У висновках проводиться аналіз проведеної роботи та отриманих результатів. В додатках наведено лістинг програми.

Магістерська наукова робота містить 77 сторінки (без додатків), 33 рисунків, 35 джерел, 5 додатків.

Ключові слова: RFID, радіочастотна ідентифікація, сервер, Arduino.

ABSTRACT

of the Qualifying Magister`s Thesis

«Automated object identification system based on RFID technologies»

Undergraduate: Pavlo Zhyholin

Research manager: Associate Professor L.V.Solobuto

Automated object identification system based on RFID technologies"

Student: Zhyholin Pavlo Dmytrovych

Supervisor: Ph.D., Assoc. Solobuto Larysa Vadimivna

The master's scientific work is devoted to the research and automated system for radio frequency identification of objects.

The purpose of the work is to process of waste control, including the fixation of the fact of incorrect laying.

The object of research is RFID-based waste identification and accounting tools.

The subject of research is waste control system based on RFID identification.

The practical significance lies to automate garbage management and increase efficiency.

Thesis consists of professional sections and a special part on labor protection.

The explanatory note of the master's thesis consists of an introduction, five sections, conclusions and appendices. The introduction determines the relevance of the topic of work, its purpose, object and subject for study, provides a brief overview of the task. The first section discusses the methods of problem implementation, analyzes the analytical literature and patents. In the second section the analysis of mathematical methods and the review of existing technological decisions is carried out. The third section describes the design process of the complex. The fourth section presents the process of system implementation and testing. The fifth section is a special part on labor protection.

Master's Research Paper contains 77 pages (without appendices), 33 figures, 35 sources, 4 appendices.

Keywords: RFID, radio frequency identification, server, Arduino.