

Галицький фаховий коледж імені В'ячеслава Чорновола
відділення комп'ютерних технологій
циклова комісія інформатики та комп'ютерних дисциплін

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач відділення

комп'ютерних технологій

Наталія СТЕФУРАК / _____ /

(підпис)

«_____» _____ 2024 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

освітньо-професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр»

зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

на тему:

«Система віддаленого керування пристроями за допомогою IR-випромінювання»

Студент групи КІ-41

Віталій ПАНКЕВИЧ

(підпис)

Керівник роботи

Оксана СИРОТЮК

(підпис)

Консультанти:

з техніко-економічного

обґрунтування

Любов МЕЛЕНЧУК

(підпис)

нормоконтролер

Надія ГАВРИШКІВ

(підпис)

Тернопіль – 2024

Галицький фаховий коледж імені В'ячеслава Чорновола
відділення комп'ютерних технологій
циклова комісія інформатики та комп'ютерних дисциплін

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач відділенням
комп'ютерних технологій

Наталія СТЕФУРАК / _____ /

(підпис)

« ____ » _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу
на здобуття освітньо-професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр»
студенту Панкевичу Віталію Вікторовичу

(прізвище, ім'я та по-батькові студента)

1. Тема роботи: «Система віддаленого керування пристроями за допомогою IR-випромінювання» затверджена наказом по коледжу від «27» листопада 2023р., №234а-н.
2. Термін здачі студентом завершеної роботи «28» черня 2024 р.
3. Вихідні дані до роботи Аналіз технологій віддаленого керування пристроями за допомогою IR випромінювання, наявні рішення на ринку, технічне завдання.
4. Перелік питань, які повинні бути розроблені в роботі:
 - а) основна частина Дослідження предметної області, формалізація вимог до системи, проєктування структури та алгоритму роботи системи, реалізація та тестування системи.
 - б) техніко-економічне обґрунтування аналіз ринку наявних рішень, дослідження кошторису реалізації системи, підрахунок загальної вартості розробки системи
5. Перелік графічного матеріалу структурна схема системи, блок-схема алгоритму роботи системи, з'єднання компонентів, електрична принципова схема.

6. Консультанти роботи

Розділ	Консультанти	Підпис, дата	
		Завдання видано	Завдання прийнято
з техніко-економічного обґрунтування	Меленчук Л.І.		
	вчена ступінь, звання		
	П.І.П. консультанта		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН до виконання кваліфікаційної роботи

№ п/п	Найменування етапу	Терміни	
		початку	завершення
1.	Вибір теми, ознайомлення з вимогами до кваліфікаційної роботи.	23.11.2023	01.12.2023
2.	Дослідження предметної області, огляд типових рішень.	02.12.2023	05.02.2024
3.	Дослідження технологій реалізації.	29.01.2024	07.02.2024
4.	Розробка функціональних вимог до системи та робота над її структурою.	08.02.2024	01.03.2024
5.	Проектування системи та підготовка відповідного графічного матеріалу.	03.03.2024	05.04.2024
6.	Вибір, встановлення та налаштування середовища реалізації.	18.03.2024	08.04.2024
7.	Реалізація системи та написання відповідного розділу кваліфікаційної роботи.	09.04.2024	09.05.2024
8.	Доопрацювання апаратної складової.	10.05.2024	16.05.2024
9.	Опрацювання економічного розділу та написання відповідного розділу кваліфікаційної роботи.	11.03.2024	03.05.2024
10.	Тестування системи та усунення недоліків.	17.05.2024	31.05.2024
11.	Робота над оформленням пояснювальної записки	01.06.2024	18.06.2024
12.	Попередній захист кваліфікаційної роботи, доопрацювання.	18.06.2024	18.06.2024
13.	Підготовка до захисту кваліфікаційної роботи.	19.06.2024	27.06.2024
14.	Захист кваліфікаційної роботи.	28.06.2024	28.06.2024

7. Дата видачі завдання “27” листопада 2023 р. Керівник _____/Оксана СИРОТЮК

Завдання прийняв до виконання _____/Віталій ПАНКЕВИЧ

Реферат

Кваліфікаційна робота. Автономна система розпізнавання голосових команд українською мовою. 54с., 15 рисунків, 2 додатки, 5 джерел.

Об'єкт розробки – система віддаленого керування пристроями за допомогою IR-випромінювання, проектування та розробка автономних систем на базі мікроконтролера ESP8266 та їх підключення до системи розумного будинку.

Метою роботи є розробка автономної системи керування пристроями за допомогою IR-випромінювання та її з'єднання з системою розумного будинку для управління підключеними пристроями.

Систему потрібно реалізувати у вигляді фізичного пристрою, ядром якого буде мікроконтролер, до якого підключений ІЧ-передавач та ІЧ-приймач для відправки та прийому відповідних команд до пристроїв розумного будинку.

Найважливішими аспектами роботи цієї системи є відправлення точних команд за допомогою IR-випромінювання та забезпечення коректної роботи системи з пристроями розумного будинку та алгоритмами їх роботи.

В процесі роботи над цим проєктом було використано велику кількість теоретичної інформації та практичних знань у сфері роботи з системами розумного будинку та їх компонентами і написанні алгоритмів роботи з використанням мови програмування Python.

Результатом виконання роботи є готова до використання система.

СИСТЕМА ВІДДАЛЕНОГО КЕРУВАННЯ, ESP8266, PYTHON, РОЗУМНИЙ БУДИНОК, IR-ВИПРОМІНЮВАННЯ, КОМАНДИ.

Abstract

Graduation Project. Autonomous system of voice commands recognition in Ukrainian. 54 p., 15 figures, 2 appendices, 5 sources.

The object of development is a system for remote control of devices using IR radiation, design and development of autonomous systems based on the ESP8266 microcontroller and their connection to a smart home system.

The aim of the project is to develop an autonomous system for controlling devices using IR radiation and connecting it to a smart home system to control connected devices.

The system needs to be implemented as a physical device, the core of which will be a microcontroller to which an IR transmitter and an IR receiver are connected to send and receive the appropriate commands to smart home devices.

The most important aspects of this system are sending precise commands using IR radiation and ensuring that the system works correctly with smart home devices and their algorithms.

In the process of working on this project, a large amount of theoretical information and practical knowledge was used in the field of working with smart home systems and their components and writing algorithms using the Python programming language.

The result of the work is a ready-to-use system.

REMOTE CONTROL SYSTEM, ESP8266, PYTHON, SMART HOME, IR-RADIATION, COMMANDS. Вступ

Зміст

Скорочення і умовні позначки.....	7
Вступ	8
1 Аналіз предметної області та постановка завдань	10
1.1 Аналіз предметної області.....	10
1.2 Аналіз наявних рішень.....	11
1.3 Огляд технологічних обмежень та вимог до системи	14
1.4 Постановка завдання	15
2 Проектування системи	16
2.1 Визначення компонентів системи.....	16
2.2 Проектування структури системи.....	18
2.3 Алгоритм роботи системи	20
3 Реалізація та тестування системи	23
3.1 Вибір компонентів системи.....	23
3.2 Реалізація принципової електричної схеми та монтаж пристрою.....	27
3.3 Реалізація програмного коду	31
3.4 Тестування роботи системи.....	38
4 Техніко-економічне обґрунтування.....	41
4.1 Аналіз ринку.....	41
4.2 Розрахунок витрат на проектування.....	42
4.3 Обґрунтування необхідності розробки	45
Висновки.....	47
Перелік джерел посилання	48
Додатки.....	49

					КР.КІ 24.537.09.000 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Панкевич В.В			Система віддаленого керування пристроями за допомогою ІR-випромінювання	Літ.	Арк.
Перевір.		Сиротюк О.Б.					6
Реценз.		Павлюк В.П.				ГФК. ВКТ. КІ-41	
Н. Контр.		Гавришків Н.Г.					
Зав. відділ.		Стефурак. Н.А					

СКОРОЧЕННЯ І УМОВНІ ПОЗНАКИ

ІЧ – інфрачервоне (випромінювання).

ПДК – пульт дистанційного керування.

Wi-Fi – бездротова мережа (Wireless Fidelity).

RF – радіочастота (Radio Frequency).

IR – інфрачервоний.

MCU – мікроконтролер (Microcontroller Unit).

GPIO – універсальні входи-виходи (General-Purpose Input/Output).

I2C – інтегральна інтерфейсна схема (Inter-Integrated Circuit).

					КР.КІ 24.537.09.000 ПЗ	Арк.
Зн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

ВСТУП

Розвиток сучасних технологій та потреба в ефективному керуванні різноманітними пристроями зумовлюють необхідність створення зручних та універсальних систем віддаленого керування. Одним із перспективних підходів до вирішення цієї задачі є використання інфрачервоного (ІЧ) випромінювання, що забезпечує безпроводну передачу даних на близькій відстані.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка системи віддаленого керування пристроями за допомогою ІЧ-випромінювання.

Основними завданнями роботи є:

- аналіз існуючих технологій та рішень у галузі ІЧ-керування;
- визначення вимог та обмежень до системи віддаленого керування пристроями;
- проектування архітектури системи та вибір методів реалізації;
- реалізація апаратно-програмного комплексу для віддаленого ІЧ-керування;
- техніко-економічне обґрунтування проекту.

Актуальність даної роботи полягає у зростаючій потребі в ефективних рішеннях для керування різноманітними пристроями в побуті, офісах, промислових середовищах тощо. Системи ІЧ-керування мають низку переваг, таких як безпроводність, відносна простота реалізації та можливість керувати широким спектром пристроїв.

Критичний аналіз існуючих рішень показує, що більшість із них мають або обмежені функціональні можливості, або складність чи неможливість інтеграції з наявними системами для «розумного дому», або ж їх вартість доволі висока.

Система яка розробляється повинна подолати ці недоліки, забезпечивши універсальність, зручність використання, розширювану архітектуру для інтеграції з різними пристроями та невисоку вартість реалізації.

					КР.КІ 24.537.09.000 ПЗ	Арк.
Зн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Дана кваліфікаційна робота передбачає не лише теоретичне дослідження, а й практичну реалізацію системи віддаленого керування пристроями за допомогою ІЧ-випромінювання. Це дозволить не тільки перевірити ефективність запропонованих підходів, а й отримати досвід розробки подібних систем.

Особливістю проєкту є орієнтація на самостійне виконання з метою максимального засвоєння знань та навичок, необхідних для успішної реалізації. Тому при виборі апаратних компонентів та технологій будуть враховані їх доступність, вартість та можливість самостійного налаштування і програмування.

Самостійна реалізація даного проєкту дозволить не лише створити працюючу систему керування пристроями, а й набути важливих практичних навичок проєктування, програмування та налагодження подібних систем.

					КР.КІ 24.537.09.000 ПЗ	Арк.
Зн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Аналіз предметної області

Системи віддаленого керування пристроями за допомогою інфрачервоного (ІЧ) випромінювання є достатньо поширеними та широко використовуються в різних сферах, включаючи побутову електроніку, промислові застосування та системи автоматизації. На ринку представлено значну кількість технологічних рішень, які базуються на ІЧ-передачі даних. Розглянемо детальніше деякі з популярних напрямків її застосування.

Побутова електроніка. У побутовій електроніці ІЧ-технології використовуються переважно для керування телевізорами, кондиціонерами, аудіосистемами та іншими пристроями.

Промислові застосування. У промислових застосуваннях ІЧ-технології використовуються для дистанційного керування різноманітними машинами та обладнанням. Це дозволяє операторам з безпечної відстані контролювати та налаштовувати роботу обладнання, що значно підвищує рівень безпеки на виробництві.

Системи автоматизації. В системах автоматизації будинків (розумних будинках) ІЧ-передача даних використовується для керування освітленням, опаленням, системами безпеки та іншими побутовими приладами. Це забезпечує зручність та комфорт для користувачів, дозволяючи їм керувати всіма аспектами свого будинку з одного пульта або навіть зі смартфона.

Медичні застосування. ІЧ-технології також знаходять своє застосування в медичній сфері. Вони використовуються для дистанційного керування медичним обладнанням, що дозволяє лікарям та медичному персоналу зручно і швидко налаштовувати параметри роботи приладів без безпосереднього контакту. Це особливо важливо в умовах стерильності, де мінімізація фізичного контакту з обладнанням є критичною.

					КР.КІ 24.537.09.000 ПЗ	Арк.
Зн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1.2 Аналіз наявних рішень

2.1 Універсальні пульти дистанційного керування

Серед різноманіття ІЧ-технологій особливої уваги заслуговують універсальні пульти дистанційного керування (ПДК), які найчастіше застосовуються в побутовому використанні. Ці пульти можуть замінювати старі, загублені чи зламані ПДК від різних побутових пристроїв, таких як телевізори, аудіосистеми та кондиціонери. Вони пропонують зручне і гнучке рішення, що дозволяє користувачам контролювати декілька пристроїв за допомогою одного пульта.

Універсальні ПДК комплектуються інфрачервоними світлодіодами широкого діапазону, що забезпечує широкий діапазон передачі сигналу. Принцип роботи полягає в тому, що в пам'ять ПДК заноситься база даних кодів керування різними моделями пристроїв. Користувач може вибрати потрібний пристрій і модель, після чого ПДК буде передавати відповідні ІЧ-команди. Більш «просунуті» моделі універсальних ПДК підтримують функцію «навчання», тобто копіювання потрібних функцій зі старих пультів. Крім того, вони можуть розширювати свою роботу з новими пристроями, які з'являються у вашому домі. Такі пульти можуть бути налаштовані для роботи з великою кількістю пристроїв від різних виробників, що робить їх універсальним рішенням для сучасного дому (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Універсальний ПДК RM-L987E з функцією навчання

Переваги універсальних ПДК:

- можливість керувати різними пристроями з одного ПДК;
- велика база вбудованих кодів для популярних моделей пристроїв;
- зручність використання завдяки перепрограмовуваним функціям.

Недоліки універсальних ПДК:

- як правило, обмежена функціональність порівняно з оригінальними пультами;
- необхідність вручну програмувати коди для нових чи невідомих пристроїв;
- складність керування багатьма пристроями одночасно.

Незважаючи на зазначені недоліки, універсальні ІЧ-пульти залишаються одним з найпоширеніших рішень завдяки простоті використання та відносно низькій вартості. Проте, такі пульти вимагають знаходження користувача в зоні прямої видимості керованого пристрою, а тому не можуть бути використані в автоматизованих системах чи системах з керуванням через Інтернет.

2.2 Смарт ІЧ-передавачі з підтримкою мобільних застосунків

Поряд з традиційними універсальними пультами, останнім часом набувають популярності смарт ІЧ-передавачі, які представляють собою сучасні

					КР.КІ 24.537.09.000 ПЗ	Арк.
Зн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

технологічні пристрої, призначені для інтеграції з розумними будинками та іншими системами автоматизації.

Смарт ІЧ-передавачі – це пристрої, що являють собою спеціальні ІЧ-передавачі, які підключаються до смарт-хабів або безпосередньо до мобільних пристроїв (смартфонів, планшетів) через бездротові інтерфейси, такі як Bluetooth або WiFi.

Принцип роботи полягає в тому, що користувач керує ІЧ-передавачем за допомогою спеціального мобільного застосунка на своєму смартфоні чи планшеті. Застосунок забезпечує зручний інтерфейс для вибору потрібних команд та налаштувань керування різними пристроями (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Смарт ІЧ-передавач Broadlink RM-Pro

Переваги смарт ІЧ-передавачів:

- зручний інтерфейс керування через застосунок;
- можливість оновлення бази команд та налаштувань віддалено;
- сумісність з широким спектром ІЧ-пристроїв;
- компактний розмір самих ІЧ-передавачів.

Недоліками можна вважати:

- залежність від смартфона чи планшета;
- необхідність мережевого з'єднання;
- висока вартість.

Тим не менше, смарт ІЧ-передавачі є зручним та сучасним рішенням, особливо в рамках концепції «розумний будинок», забезпечуючи централізоване керування побутовою технікою з мобільного пристрою.

1.3 Огляд технологічних обмежень та вимог до системи

Перш ніж перейти до розробки системи віддаленого керування пристроями за допомогою ІЧ-випромінювання необхідно врахувати низку обмежень, які накладаються особливостями самої технології ІЧ-передачі даних, та принципових вимог.

Спершу розглянемо основні технологічні обмеження.

1) Дальність дії. ІЧ-сигнали ефективно працюють лише на відносно невеликих відстанях (зазвичай до 10-15 метрів) та вимагають прямої видимості між передавачем та приймачем.

2) Перешкоди. ІЧ-промені можуть поглинатися або відбиватися різними матеріалами, такими як скло, пластик, дерево тощо, що ускладнює передачу сигналів.

3) Інтерференція. На роботу ІЧ-систем можуть впливати зовнішні джерела ІЧ-випромінювання, наприклад сонячне світло, інші бездротові пристрої.

4) Сумісність протоколів. Існує безліч різних ІЧ-протоколів передачі даних, які часто є унікальними для конкретних пристроїв або виробників.

5) Доступ до мережі Інтернет. Для забезпечення можливості керування пристроями зі значної відстані система повинна мати доступ до локальної мережі з підключенням до Інтернету.

Тепер проаналізуємо принципові вимоги до системи.

1) Зручність використання. Користувацький інтерфейс повинен бути інтуїтивно зрозумілим та забезпечувати легкий доступ до основних функцій керування.

2) Гнучкість використання. Архітектура системи повинна дозволяти розширювати її функціональність та інтегрувати нові компоненти.

					КР.КІ 24.537.09.000 ПЗ	Арк.
Зн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

3) Економічна ефективність. Ціна компонентів та загальна вартість системи повинні бути прийнятними та доступними для цільової аудиторії.

Врахування цих обмежень та вимог на етапі проєктування та розробки системи дозволить створити якісний, функціональний та конкурентоспроможний продукт, здатний задовольнити потреби користувачів у сфері ІЧ-керування пристроями.

1.4 Постановка завдання

Беручи до уваги проведений у попередніх пунктах аналіз предметної області та огляд існуючих рішень у сфері систем віддаленого керування пристроями за допомогою ІЧ-випромінювання, визначимо ключові завдання, які необхідно вирішити в рамках даної кваліфікаційної роботи.

- Розробити апаратну частину системи, яка забезпечить зчитування та випромінювання ІЧ-сигналів, а також підключення до мережі Інтернет.

- Реалізувати зручний та інтуїтивно зрозумілий користувацький інтерфейс системи.

- Реалізувати програмне забезпечення системи.

- Забезпечити можливість віддаленого доступу до системи через Інтернет.

- Забезпечити стабільну та надійну роботу системи в різних умовах експлуатації.

- Оптимізувати вартість компонентів системи для забезпечення її економічної ефективності та доступності.

- Провести тестування системи для перевірки її функціональності, надійності та відповідності вимогам.

- Запропонувати можливі шляхи подальшого вдосконалення системи та її застосування в практичних умовах.

Успішне вирішення цих завдань дозволить створити універсальну, функціональну та зручну у використанні систему віддаленого керування

					КР.КІ 24.537.09.000 ПЗ	Арк.
Зн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

пристроями за допомогою ІЧ-випромінювання, здатну задовольнити потреби широкого кола користувачів.

2 ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ

2.1 Визначення компонентів системи

Як уже було відмічено в попередньому розділі система віддаленого керування за допомогою інфрачервоного (ІЧ) випромінювання складається з кількох основних компонентів, кожен з яких виконує певні функції для забезпечення повноцінної роботи системи. Основними компонентами є ІЧ-приймач, ІЧ-випромінювач, WiFi-модуль та мікроконтролер. Розглянемо детальніше функції кожного з цих модулів.

Функції ІЧ-приймача:

- ІЧ-приймач є ключовим компонентом системи, який відповідає за зчитування команд від існуючих пультів дистанційного керування. Його основні функції включають:
 - Зчитування ІЧ-сигналів. Приймач захоплює інфрачервоні сигнали, які надходять від пультів керування, і перетворює їх на електричні сигнали, що можуть бути оброблені мікроконтролером.
 - Фільтрація шуму. Сучасні ІЧ-приймачі мають вбудовані фільтри для зменшення впливу шумів, що забезпечує точність і надійність зчитування сигналів.
 - Декодування протоколів. Приймачі можуть декодувати сигнали, що передаються за різними ІЧ-протоколами (наприклад, NEC, Sony, RC5), що дозволяє системі працювати з широким спектром пристроїв.

Функції ІЧ-випромінювача

- ІЧ-випромінювач виконує функцію відправлення команд до керованих пристроїв. Його основні функції включають:

					КР.КІ 24.537.09.000 ПЗ	Арк.
Зн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

– Передача ІЧ-сигналів. Випромінювач генерує інфрачервоні сигнали, які точно відповідають командам, зчитаним від пультів керування, і передає їх до керованих пристроїв.

– Модуляція сигналів. Випромінювач забезпечує правильну модуляцію сигналів (часто це частота 38 кГц), що необхідно для коректного сприйняття сигналів керованими пристроями.

– Регулювання інтенсивності. Деякі ІЧ-випромінювачі мають можливість регулювати інтенсивність сигналів, що дозволяє збільшити дальність дії або зменшити вплив на сусідні пристрої.

Функції WiFi-модуля:

– WiFi-модуль забезпечує підключення системи до Інтернету через локальну мережу. Його основні функції включають:

– Підключення до мережі. WiFi-модуль забезпечує бездротове підключення системи до локальної мережі WiFi, що дозволяє здійснювати віддалене керування.

– Передача даних. Модуль передає дані між системою віддаленого керування та Інтернетом, забезпечуючи можливість отримувати та надсилати команди з мобільних застосунків або вебінтерфейсів.

– Автентифікація та безпека. WiFi-модуль підтримує сучасні методи шифрування та автентифікації, що забезпечує безпечну передачу даних і захист системи від несанкціонованого доступу.

Мікроконтролер.

– Мікроконтролер є центральним компонентом системи, який керує всіма іншими модулями та виконує основну обробку даних. Його основні функції включають:

– Обробка сигналів. Мікроконтролер зчитує сигнали від ІЧ-приймача, обробляє їх та зберігає в пам'яті. Це включає декодування сигналів і підготовку їх для подальшої передачі.

					КР.КІ 24.537.09.000 ПЗ	Арк.
Зн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

– Управління ІЧ-випромінювачем. Після обробки сигналів мікроконтролер керує ІЧ-випромінювачем для відправки команд до керованих пристроїв.

– Інтеграція з WiFi-модулем. Мікроконтролер взаємодіє з WiFi-модулем для підключення до Інтернету, що дозволяє віддалено керувати пристроями та отримувати команди від користувача.

2.2 Проєктування структури системи

Визначившись з компонентами системи перейдемо до проєктування її структури.

Загалом система складатиметься з таких модулів:

1. Модуль зчитування ІЧ-сигналів.
2. Модуль надсилання ІЧ-сигналів.
3. Модуль зв'язку з мережею Інтернет.
4. Модуль керування вузлами системи.
5. Смартфон або планшет.

Структурна схема системи наведена на рисунку 2.1.

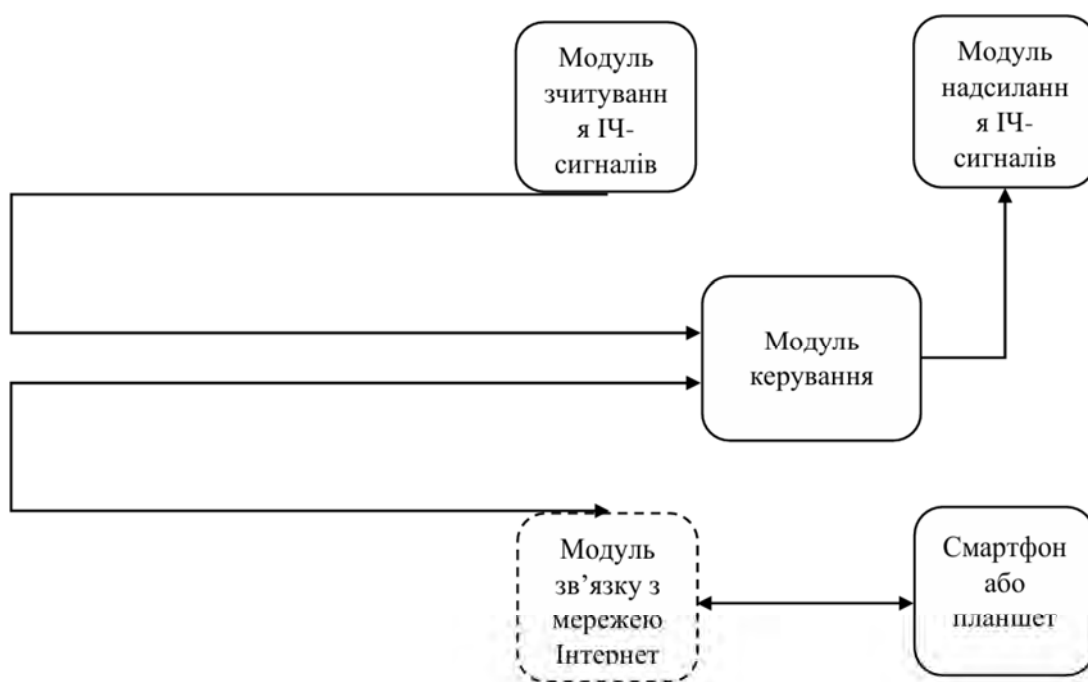


Рисунок 2.1 – Структурна схема системи

					КР.КІ 24.537.09.000 ПЗ	Арк.
Зн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

2.3 Алгоритм роботи системи

Перед проєктування алгоритму роботи системи потрібно обумовити той факт, що система віддаленого керування пристроями за допомогою ІЧ-випромінювання може працювати в одному з двох режимів: режимі навчання та режимі надсилання команд. У режимі навчання система зчитує та зберігає в пам'яті коди від наявного ІЧ-пульта керування, щоб пізніше мати змогу імітувати ці команди. У режимі надсилання команд система через користувацький інтерфейс приймає запити від користувача через Інтернет, обробляє їх і надсилає відповідні ІЧ-команди до керованого пристрою. Розглянемо детальніше ці два процеси.

Процес навчання системи передбачає наступні кроки:

1) Визначення команд для впровадження.

На цьому кроці визначаються команди існуючого ІЧ-пульта керування, які необхідно впровадити в систему. Це включає аналіз функцій пульта і визначення кнопок для зчитування.

2) Перехід у режим налаштування.

Система переходить у спеціальний режим, де вона буде готова приймати та зберігати команди з ІЧ-пульта керування.

3) Зчитування кодів команд.

Користувач по черзі натискає на кнопки пульта керування, а модуль зчитування ІЧ-сигналів фіксує та декодує сигнали.

4) Зберігання кодів у пам'яті.

Кожен зчитаний код команди зберігається у внутрішній пам'яті системи для подальшого використання.

Процес зчитування та зберігання повторюється для кожної кнопки до завершення навчання.

5) Вихід з режиму налаштування.

Після зчитування всіх необхідних команд система виходить з режиму налаштування і переходить у стандартний режим роботи.

					КР.КІ 24.537.09.000 ПЗ	Арк.
Зн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

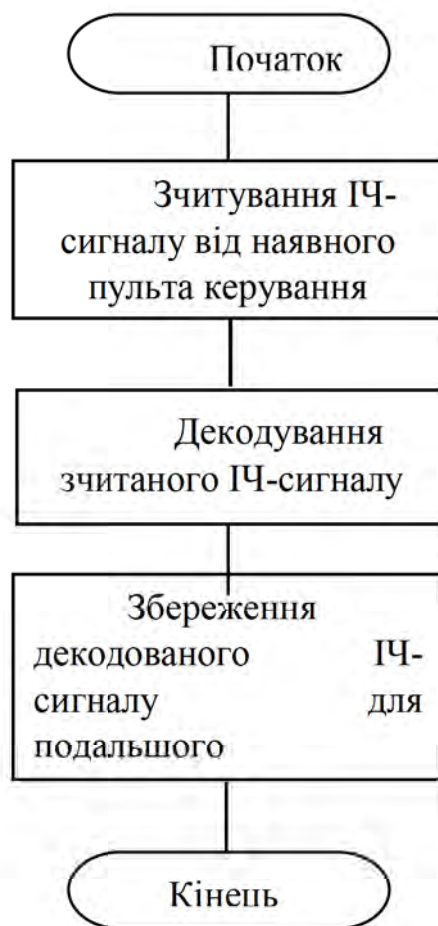


Рисунок 2.2 – Алгоритм роботи системи в режимі навчання

Процес надсилання команд на керований пристрій через Інтернет за допомогою смартфона передбачає наступні кроки:

1) Підключення до системи через Інтернет.

Користувач використовує свій смартфон або планшет для підключення до системи через Інтернет. Підключення здійснюється через мережу WiFi.

2) Вибір команди користувачем в інтерфейсі системи.

За допомогою інтерфейсу користувач вибирає необхідну команду для керованого пристрою.

3) Обробка команди модулем керування.

Модуль керування отримує команду та на її основі формує ІЧ-команду для надсилання до керованого пристрою.

4) Надсилання ІЧ-команди.

Модуль керування передає підготовлену команду на модуль надсилення ІЧ-сигналів, який перетворює команду на ІЧ-сигнал і надсилає його до відповідного пристрою.

5) Повернення до режиму очікування.

Після виконання команди система повертається в режим очікування нових команд від користувача через Інтернет.

Алгоритм роботи системи в режимі надсилення команд представлений на рисунку 2.3.

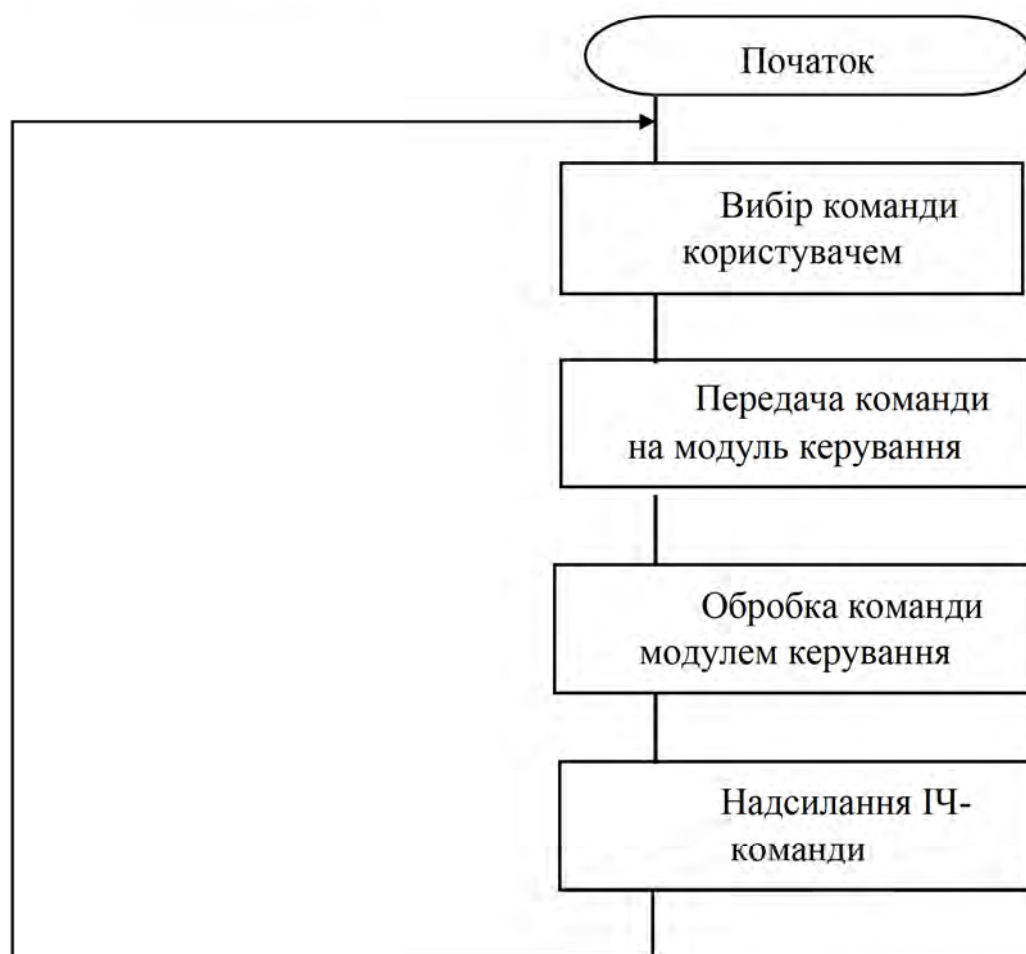


Рисунок 2.3 – Алгоритм роботи системи в режимі надсилення команд

Ці два процеси забезпечують повний цикл роботи системи: від навчання командам ІЧ-пульта до віддаленого керування пристроями за допомогою смартфона через Інтернет.

3 РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ

В попередньому розділі було визначено компоненти та розглянуто принципи їх роботи, спроектовано структурну схему та алгоритми роботи системи.

Наступним етапом роботи є процес реалізації та тестування системи, який передбачає підбір відповідних компонентів, реалізацію електричної принципової схеми системи та написання програмного коду відповідно до алгоритму роботи системи.

3.1 Вибір компонентів системи

Як було визначено раніше, система складатиметься мікроконтролера, модуля зчитування ІЧ-сигналів, модуля надсилання ІЧ-сигналів та мікроконтролера. Розглянемо їх детальніше.

Для забезпечення віддаленого доступу через Інтернет найзручніше використовувати WiFi-з'єднання, тому оптимальним вибором для цього проєкту є будь-який мікроконтролер серії ESP, який має вбудований Wi-Fi-модуль.

Оскільки кількість зовнішніх модулів які потрібно підключити доволі незначні, то можна скористатися практично будь-яким мікроконтролером з даної серії. Однак, через зручність використання було прийнято рішення використати в модель ESP8266-12E. Короткі технічні характеристики ESP8266-12E наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики мікроконтролера ESP8266 12-E

Мікроконтролер	ESP8266EX з підтримкою WiFi
Частота процесора	До 80 МГц
Флеш-пам'ять	4 МБ
Оперативна пам'ять	80 КБ
Вбудований WiFi	802.11 b/g/n
Інтерфейси	UART, I2C, SPI, GPIO
Напруга живлення	3,3 В
Системи розробки	Arduino IDE, NodeMCU Lua та інші

Для зручності роботи з даним мікроконтролером скористаємось платою розробки NodeMCU Lua v3 (рис. 3.1) з вбудованим USB-UART (TTL) конвертером CH340 та роз'ємом мікро-USB, що дозволяє дуже легко підключати її до комп'ютера.

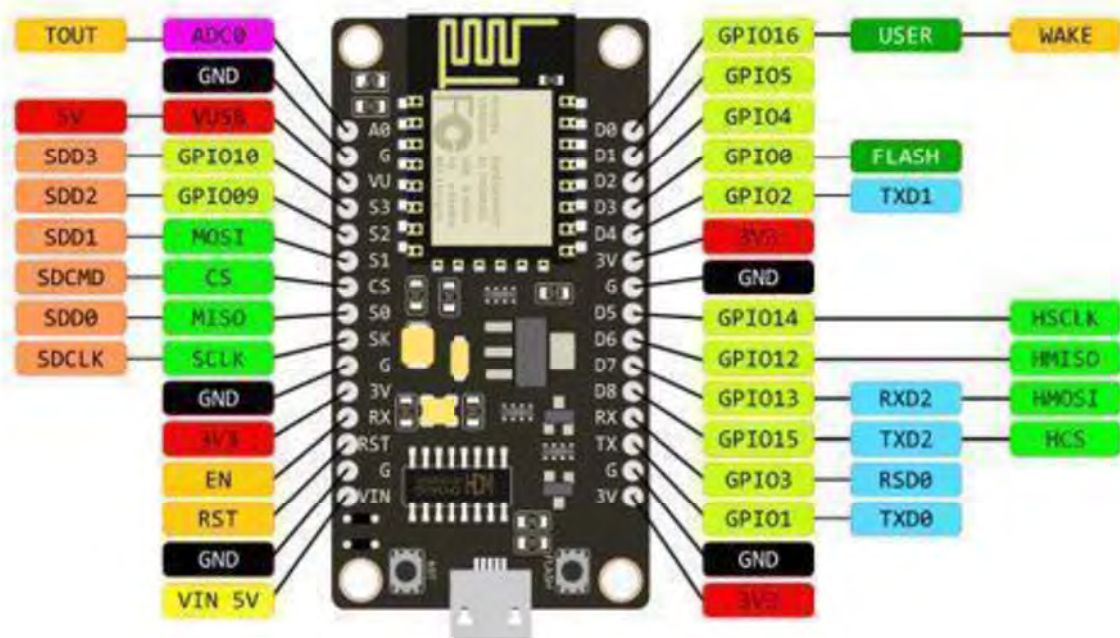


Рисунок 3.1 – Плата розробки NodeMCU Lua v3

3.1.2 ІЧ-приймач VS1838

ІЧ-приймач VS1838 є популярним модулем для прийому інфрачервоних сигналів. Даний ІЧ-приймач приймає інфрачервоні сигнали, випромінювані пультами дистанційного керування, та перетворює їх у цифровий вихідний сигнал, який можна легко зчитати мікроконтролером. Він оснащений вбудованим демодулятором, який фільтрує несучі частоти, залишаючи лише корисний сигнал. Це дозволяє ефективно працювати в умовах перешкод і наявності сторонніх джерел світла. Короткі технічні характеристики VS1838 наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики ІЧ-приймача VS1838

Напруга живлення	Від 3,3 до 5 В
Струм споживання	Близько 5 мА
Довжина хвилі	Від 700 до 1000 нм
Кут прийому	Близько 45°
Дальність дії	До 10 метрів
Несуча частота	37,9 КГц

VS1838 підключається до мікроконтролера за допомогою трьох виводів. Вивід Vcc підключається до джерела живлення, GND – до «землі», а OUT – до цифрового входу мікроконтролера (рис. 3.2).

Для зручності розробки скористаємось модулем KY-022 (рис. 3.3), який базується на VS1838, але має також вбудований LED-індикатор, який сигналізує про отримання керуючих ІЧ-сигналів.



Рисунок 3.2 – ІЧ-приймач VS1838



Рисунок 3.3 – ІЧ-модуль KY-022

VS1838 використовується в широкому спектрі пристроїв, включаючи телевізори, аудіосистеми, кондиціонери, освітлювальні системи та інші побутові прилади. Завдяки своїй надійності і простоті у використанні, цей приймач є ідеальним рішенням для проєктів з дистанційним керуванням.

ІЧ-випромінювач, також відомий як інфрачервоний світлодіод (ІЧ LED), є ключовим компонентом систем дистанційного керування та передачі даних за допомогою інфрачервоного світла.

ІЧ-випромінювач працює на основі напівпровідникового переходу, що випромінює інфрачервоне світло при проходженні через нього електричного струму. Цей світлодіодний елемент активується подачею відповідної напруги на його виводи, внаслідок чого відбувається випромінювання ІЧ-світла. Для передачі даних або команд використовується модуляція цього світла, тобто періодичне вмикання і вимикання випромінювача у певній послідовності.

ІЧ-випромінювачі зазвичай мають компактні розміри, що дозволяє легко інтегрувати їх у різні електронні пристрої. Найчастіше такі світлодіоди виконані у стандартному корпусі (наприклад, 5 мм або 3 мм) з двома виводами – анодом і катодом (рис. 3.4). Короткі технічні характеристики типового ІЧ-світлодіода наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Типові технічні характеристики ІЧ-випромінювача

Напруга живлення	Від 1,2 до 5 В
Струм споживання	Від 20 до 50 мА
Довжина хвилі	Від 850 до 950 нм
Кут прийому	Від 20 до 60°



Рисунок 3.4 – ІЧ-випромінювач

3.2 Реалізація принципової електричної схеми та монтаж пристрою

Розглянувши технічні характеристики та принципи роботи основних компонентів системи перейдемо до реалізації її електричної схеми. Ї

Принципову електричну схему реалізуємо за допомогою програмного середовища Fritzing.

Fritzing – це програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом, призначене для дизайнерів, розробників та інженерів, що працюють з електронікою. Воно дозволяє створювати електронні схеми, проектувати друковані плати та документувати проекти у зручний та візуально привабливий спосіб. Основною метою Fritzing є полегшення процесу створення прототипів та проектування електронних схем як для професіоналів, так і для аматорів.

Принципова електрична схема системи представлена на рисунках 3.5. Однак, як показав досвід, використання такої схеми має важливий недолік – необхідний струм споживання випромінюючим світлодіодом значно перевищує максимальний вихідний струм керуючого піна мікроконтролера, а тому потужність випромінюючого ІЧ-сигналу недостатня для стабільного керування керованим пристроєм.

Для усунення цього недоліку було прийнято рішення вдосконалити принципову електричну схему системи, включивши в неї біполярний NPN транзистор 2N2222, який працюватиме в режимі електронного ключа, та постійного резистора з опором 330Ом (рис. 3.6).

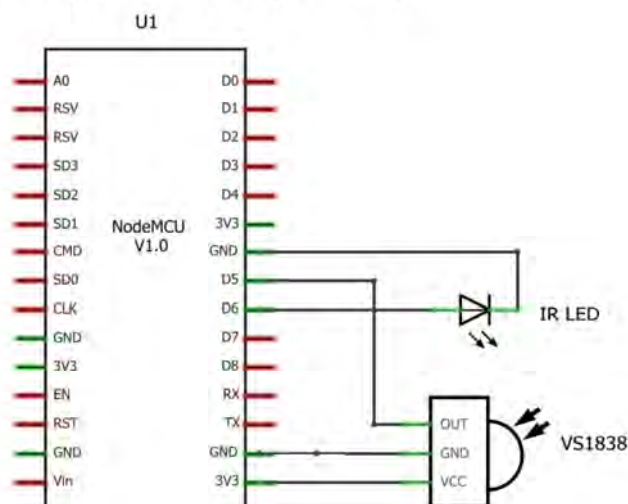


Рисунок 3.5 – Принципова електрична схема системи

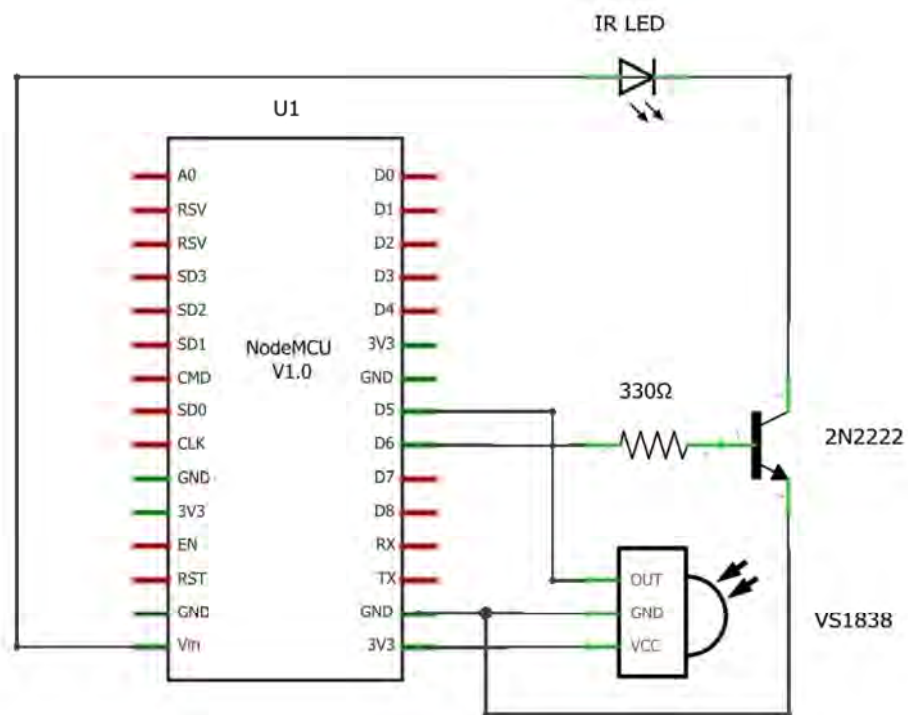


Рисунок 3.6 – Вдосконалена принципова електрична схема системи

Монтажна схема вдосконаленої версії представлена на рисунку 3.7, а повністю змонтований пристрій на макетній платі – на рисунку 3.8. Для зручності транзистор 2N2222, резистор та ІЧ-випромінювач були змонтовані на окремій макетній платі на основі текстоліту (рис. 3.9).

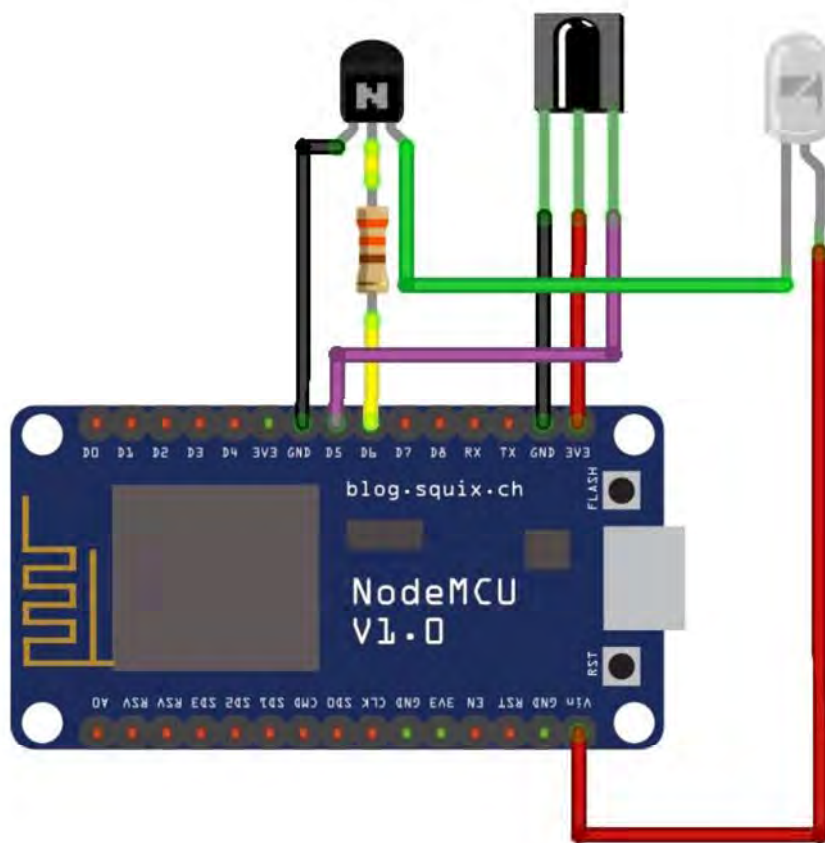


Рисунок 3.7 – Вдосконалена монтажна схема системи

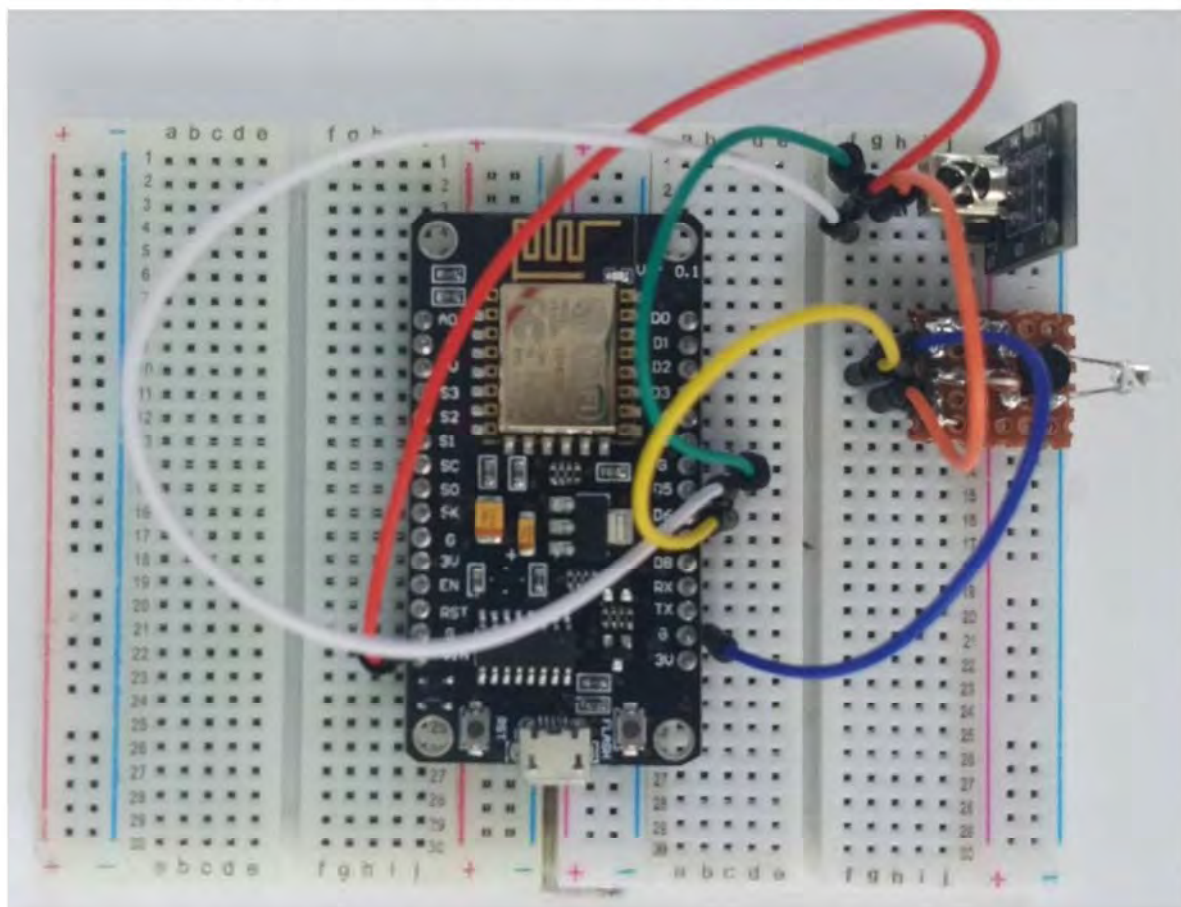


Рисунок 3.8 – Змонтований пристрій на макетній платі

					КР.КІ 24.537.09.000 ПЗ	Арк.
Зн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

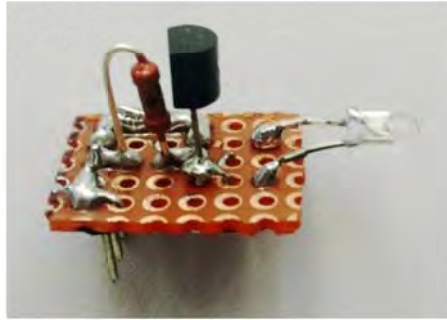


Рисунок 3.9 – Модуль ІЧ-випромінювача на макетній платі

3.3 Реалізація програмного коду

Для реалізації програмного коду системи було прийнято рішення використовувати середовище розробки Arduino IDE. Дане середовище має декілька переваг, що роблять його оптимальним вибором для розробки коду для мікроконтролерів ESP8266:

- простота використання;
- вбудована підтримка усіх мікроконтролерів ESP;
- велика кількість прикладів та бібліотек;
- кросплатформність;
- легке завантаження коду;
- розширені можливості для відлагодження коду.

Перш за все необхідно визначити, які бібліотеки варто використати в проєкті.

– Бібліотека IRremoteESP8266. Оскільки ми працюватимемо з інфрачервоними сигналами, то для роботи з мікроконтролерами ESP найоптимальнішою вважається бібліотека IRremoteESP8266. Вона надає функціонал для прийому, декодування та надсилання ІЧ-сигналів, підтримує різні протоколи, дає можливість налаштування параметрів та використання різних GPIO-пінів мікроконтролера ESP, що робить її корисною для створення проєктів з дистанційного керування.

– Бібліотека IRsend. Дана бібліотека використовується для надсилання інфрачервоних сигналів з мікроконтролера. Вона забезпечує функції для кодування та надсилання ІЧ-команд, які можуть бути розпізнані приймачами на різних побутових пристроях, таких як телевізори, кондиціонери тощо. IRsend використовується спільно з бібліотекою IRremoteESP8266 для обробки ІЧ-сигналів.

– Бібліотека ESP8266WiFi. Ця бібліотека забезпечує функціональність для підключення мікроконтролера ESP8266 до WiFi мережі. Вона дозволяє мікроконтролеру здійснювати з'єднання з точками доступу WiFi, обробляти мережеві події та отримувати інформацію про стан мережі.

– Бібліотека WiFiClient. Ця бібліотека надає засоби для встановлення TCP-з'єднань через WiFi. Вона використовується для створення клієнтських сокетів, що дозволяють ESP8266 обмінюватися даними з серверами в мережі Інтернет або локальній мережі.

– Бібліотека ESP8266WebServer. Ця бібліотека створює вбудований вебсервер на основі ESP8266. Вона дозволяє обробляти HTTP-запити від клієнтів, таких як браузер, і відправляти їм відповідні відповіді. Це корисно для створення веб-інтерфейсів для керування пристроями на базі ESP8266.

– Бібліотека ESP8266mDNS. Ця бібліотека дозволяє реалізувати протокол MDNS (Multicast DNS) для ESP8266. MDNS дозволяє пристроям оголошувати своє ім'я хоста та послуги в локальній мережі, що спрощує їхнє виявлення іншими пристроями без потреби знати їхні IP-адреси.

Як було зазначено в пункті 2.2 система може працювати в двох режимах: режимі навчання та режимі надсилання команд.

Режим навчання необхідний для зчитування ІЧ-сигналів з дистанційного пульта керування, їх декодування та представлення в стандартизованому вигляді. Як було відмічено в пункті 1.3, існує безліч різних ІЧ-протоколів передачі даних, які часто є унікальними для конкретних пристроїв або виробників (NEC, Sony, Philips, Panasonic, Sharp, JVC, Samsung, Apple та багато

					КР.КІ 24.537.09.000 ПЗ	Арк.
Зн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

інших). На щастя, усі ці протоколи доволі схожі і можуть використовуватись одночасно в одній системі.

Для зчитування та декодування ІЧ-команд пульта дистанційного керування скористаємось прикладом програмного коду IRrecvDumpV2, який входить в склад бібліотеки IRremoteESP8266. Даний код дозволяє зчитувати ІЧ-сигнали, розпізнавати протокол кодування та бітність сигналу та представляти декодований сигнал в 16-коволму вигляді. Лістинг програмного коду IRrecvDumpV2 наведений в додатку А.

Для демонстрації роботи системи реалізуємо керування телевізором Vinga S50UHD20B. Для цього за допомогою зазначеного вище коду зчитуємо та визначимо коди основних кнопок пульта дистанційного керування даним телевізором. Зчитані значення у форматі NEC представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Коди основних кнопок пульта керування телевізором

Назва кнопки пульта	Код сигналу у форматі NEC
Power	0x20250AF
Home	0x20230CF
Mute	0x202F00F
Vol -	0x202A857
Vol +	0x20238C7
Left	0x20208F7
Right	0x2028877
OK	0x202B04F
Up	0x202D02F
Down	0x202708F
Back	0x20202FD
Menu	0x20242BD
Exit	0x202827D
Source	0x20258A7

Режим надсилання команд – це основний режим роботи системи, в якому користувач може віддалено керувати пристроєм, який керується ІЧ-сигналами, за допомогою смартфона чи планшета.

Спершу підключимо необхідні бібліотеки, які нам знадобляться для роботи системи в режимі надсилання команд (див. вище). У разі їх відсутності встановимо їх через менеджер бібліотек Arduino IDE.

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <ESP8266mDNS.h>
#include <IRremoteESP8266.h>
#include <IRsend.h>
```

Далі визначимо пін мікроконтролера, до якого буде підключено ІЧ-випромінювач. Скористаємось для цього піном 12, який на платі розробки NodeMCU Lua v3 позначений D6.

```
#define IR_SEND_PIN 12 //GPIO D6
IRsend irsend(IR_SEND_PIN);
```

Прописуємо параметри підключення до локальної WiFi-мережі.

```
const char* ssid = "my_wifi";
const char* password = "my_pass";
```

Запускаємо на мікроконтролері вебсервер, який працюватиме на порті 80 та прийматиме звернення від браузера.

```
ESP8266WebServer server(80);
```

Користувацький інтерфейс системи ми будемо формувати за допомогою HTML-коду. Оголосимо дві текстові змінні, за допомогою яких будемо реалізовувати контейнер <div>, який міститиме елементи керування у формі кнопок.

```
String rowDiv = "<div class=\"row\" style=\"padding-  
bottom:1em\">\n";
```



```
String endDiv = "</div>\n";
```

Код кнопок будемо реалізовувати за допомогою користувацької функції `generateButton()`.

```
String generateButton(String colSize, String id, String text,
String url) {
    return
        "<div class=\"\" + colSize + \"\" style=\"text-align:
center\">\n" + "<button id=\"\" + id + \"\" type=\"button\"
class=\"btn btn-default\" style=\"width: 100%\"
onclick='makeAjaxCall(\"\" + url + \"\")'>" + text + "</button>\n"
+ "</div>\n";
}
```

Для формування основного користувацького інтерфейсу реалізуємо користувацькою функцією `handleRoot()`, яка містить в собі контейнери `<html>`, `<head>` та `<body>`. Для спрощення в коді нижче наведено лише реалізацію кнопок TV Power, Home та Mute.

```
void handleRoot() {
    String website = "<!DOCTYPE html>\n";
    website = website + "<html>\n";
    website = website + "<head>\n";
    website = website + "<meta charset=\"utf-8\">\n";
    website = website + "<meta http-equiv=\"X-UA-Compatible\"
content=\"IE=edge\">\n";
    website = website + "<meta name=\"viewport\"
content=\"width=device-width, initial-scale=1\">\n";
    website = website + "<link rel=\"stylesheet\"
href=\"https://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.7/css/bootstr
ap.min.css\">\n";
    website = website + "</head>\n";
    website = website + "<body>\n";
    website = website + "<div class=\"container-fluid\"
style=\"max-width:400px\">\n";
    website = website + "<div><h2 style=\"color:green; text-
align:center\">TV Remote Control</h2></div>\n";
    // ----- Power -----
    website = website + rowDiv;
    website = website + generateButton("col-xs-4",
"tvpower", "TV Power", "tvpower");
    website = website + generateButton("col-xs-4",
"home", "Home", "home");
}
```

					КР.КІ 24.537.09.000 ПЗ	Арк.
Зн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

```

        website = website + generateButton("col-xs-4",
"mute", "Mute", "mute");
        website = website + endDiv;

        . . . . .

        website = website + "<script
src=\"https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.12.4/jquery.m
in.js\"></script>\n";
        website = website + "<script
src=\"https://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.7/js/bootstrap
.min.js\"></script>\n";
        website = website + "<script>        function
makeAjaxCall(url){$.ajax({\"url\": url})}</script>\n";
        website = website + "</body>\n";
        website = website + "</html>\n";
        server.send(200, "text/html", website);
    }

```

Як видно з коду, для реалізації адаптивного дизайну вебсторінки використано бібліотеку Bootstrap, а для динамічного перезавантаження елементів вебсторінки – технологію Ajax.

Основний алгоритм роботи системи реалізований в функції setup(). Для спрощення в коді нижче наведено лише реалізацію функціоналу кнопок TV Power, Home та Mute.

```

void setup(void){
    irsend.begin();
    pinMode(led, OUTPUT);
    digitalWrite(led, 1);
    Serial.begin(115200);
    WiFi.begin(ssid, password);
    Serial.println("");

    // Wait for connection
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        delay(500);
        Serial.print(".");
    }
    Serial.println("");
    Serial.print("Connected to ");
    Serial.println(ssid);
    Serial.print("IP address: ");
    Serial.println(WiFi.localIP());

    if (MDNS.begin("esp8266")) {
        Serial.println("MDNS Responder Started");
    }

    server.on("/", handleRoot);
}

```



```

server.on("/tvpower", [](){
    Serial.println("TV power");
    irsend.sendNEC(0x20250AF, 32);
    server.send(200, "text/plain", "TV Power");
});

server.on("/home", [](){
    Serial.println("Home");
    irsend.sendNEC(0x20230CF, 32);
    server.send(200, "text/plain", "Home");
});

server.on("/mute", [](){
    Serial.println("Mute");
    irsend.sendNEC(0x202F00F, 32);
    server.send(200, "text/plain", "Mute");
});

. . . . .

server.onNotFound(handleNotFound);
server.begin();
Serial.println("HTTP Server Started");
}

```

Як видно з наведеного коду, передача кодів кнопок відбувається за допомогою метода `sendNEC` об'єкта `irsend`, в якому передається 16-кове представлення коду сигналу (наприклад, `0x202F00F`) та його бітність (32). З назви метода зрозуміло, що кодування сигналу здійснюється по протоколу NEC.

Повна версія коду наведена в додатку Б.

Реалізований користувацький інтерфейс для керування телевізором представлений на рисунку 3.10.

TV Remote Control

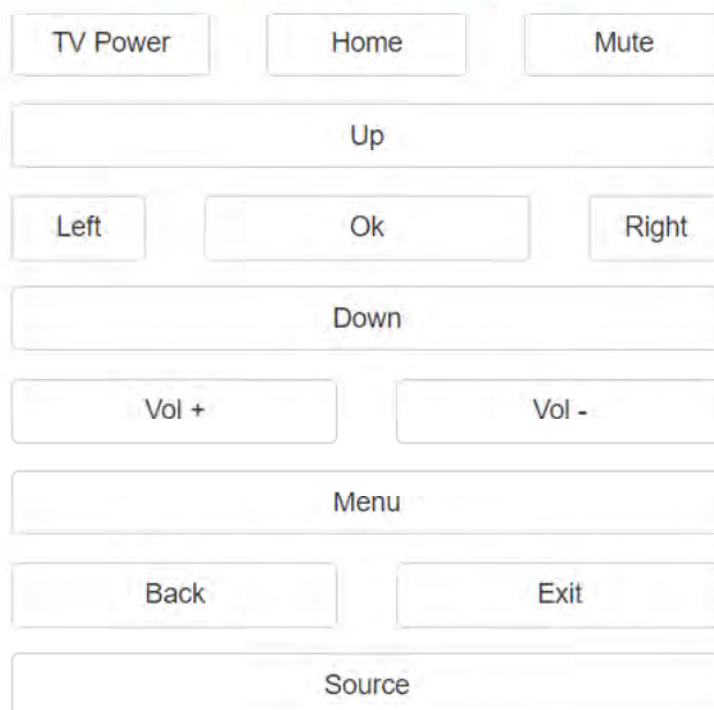


Рисунок 3.10 – Інтерфейс для керування телевізором

3.4 Тестування роботи системи

Для тестування роботи системи складемо план тестування та здійснимо перевірку відповідно до нього.

План тестування:

- 1) Перевірити підключення пристрою до мережі WiFi.
- 2) Перевірити підключення до системи за допомогою браузера мобільного пристрою.
- 3) Перевірити коректність відображення інтерфейсу користувача у різних браузерах.
- 4) Перевірити роботу усіх кнопок.

Результати тестування відображені в таблиці 3.5.

					КР.КІ 24.537.09.000 ПЗ	Арк.
Зн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Таблиця 3.5 – Результати тестування роботи системи

№	Дія	Очікуваний результат	Фактичний результат
1.	Підключення пристрою до мережі WiFi	Пристрій підключився після увімкнення живлення	Аналогічний очікуваному
2.	Підключення до системи за допомогою браузера мобільного пристрою	Користувацький інтерфейс системи відобразився у браузері	Аналогічний очікуваному
3.	Перевірити відображення елементів користувацького інтерфейсу в кількох браузерах	Усі елементи користувацького інтерфейсу відображаються коректно	Аналогічний очікуваному
4.	Перевірити роботу кнопки TV Power	При натисканні кнопки телевізор вмикається або вимикається	Аналогічний очікуваному
5.	Перевірити роботу кнопки Home	При натисканні кнопки телевізор переходить на стартову сторінку	Аналогічний очікуваному
6.	Перевірити роботу кнопки Mute	При натисканні кнопки на телевізорі вмикається та вмикається звук	Аналогічний очікуваному
7.	Перевірити роботу кнопки Up	При натисканні кнопки на телевізорі відбувається перехід на верхній елемент	Аналогічний очікуваному
8.	Перевірити роботу кнопки Down	При натисканні кнопки на телевізорі відбувається перехід на нижній елемент	Аналогічний очікуваному
	Перевірити роботу кнопки	При натисканні кнопки на	Аналогічний

9.	Right	телевізорі відбувається перехід на правий елемент	очікуваному
10.	Перевірити роботу кнопки Left	При натисканні кнопки на телевізорі відбувається перехід на лівий елемент	Аналогічний очікуваному
11.	Перевірити роботу кнопки Vol +	При натисканні кнопки на телевізорі відбувається збільшення гучності	Аналогічний очікуваному
12.	Перевірити роботу кнопки Vol –	При натисканні кнопки на телевізорі відбувається зменшення гучності	Аналогічний очікуваному
13.	Перевірити роботу кнопки Menu	При натисканні кнопки на телевізорі відбувається перехід в головне меню	Аналогічний очікуваному
14.	Перевірити роботу кнопки Back	При натисканні кнопки на телевізорі відбувається повернення до попередньої сторінки	Аналогічний очікуваному
15.	Перевірити роботу кнопки Exit	При натисканні кнопки на телевізорі відбувається вихід з поточної сторінки	Аналогічний очікуваному
16.	Перевірити роботу кнопки Source	При натисканні кнопки на телевізорі відбувається почергове перемикавання джерел відеосигналу	Аналогічний очікуваному

Проведене тестування роботи системи не виявило жодних відхилень в її роботі: система працює коректно та повністю відповідно поставленому завданні та готова до використання.

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

4.1 Аналіз ринку

Ринок ПДУ є конкурентним і постійно зростає. Очікується, що до 2028 року світовий ринок ПДУ досягне \$5,23 млрд., при цьому річний темп зростання (CAGR) становитиме 3,6% протягом прогнозного періоду.

Зростання ринку ПДУ обумовлюється декількома факторами, включаючи:

- Зростаюча популярність смарт-телевізорів та інших підключених до Інтернету пристроїв.
- Зростаюче прийняття голосового керування.
- Зростаюча потреба в зручності та простоті використання.

Конкурентна середа

На ринку ПДУ представлено багато різних компаній. як великих, так і малих. Деякі з найвідоміших виробників ПДУ включають:

- Logitech.
- Samsung.
- Sony.
- LG.
- Hisense.

Існує декілька альтернатив, включаючи:

- Голосове керування: Багато пристроїв тепер підтримують голосове керування, що дає можливість керувати ними за допомогою голосових команд.
- Смартфонні додатки: Деякі пристрої можна керувати за допомогою смартфонних додатків.
- Жестове керування: Деякі пристрої підтримують жестове керування, що дає можливість керувати ними за допомогою рухів рук.

					КР.КІ 24.537.09.000 ПЗ	Арк.
Зн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Переваги системи

- Низька вартість: система відносно проста та недорога у збірці.
- Зручність: користувачі можуть керувати телевізором з будь-якого пристрою, підключеного до Інтернету, не потребуючи пульта дистанційного керування.
- Гнучкість: веб-сайт можна налаштувати для додавання додаткових функцій, таких як планування записів, відтворення медіа-файлів або керування іншими пристроями.
- Доступність: система проста у використанні та налаштуванні.

4.2 Розрахунок витрат на проєктування

Система дозволяє користувачам керувати основними функціями телевізора, такими як увімкнення/вимкнення, перемикання каналів, регулювання гучності та ін., з будь-якого пристрою, підключеного до Інтернету. Це означає, що тепер вам не потрібно використовувати традиційний пульт дистанційного керування, щоб змінити налаштування вашого телевізора. Ви можете скористатися своїм смартфоном, планшетом або ноутбуком для виконання всіх необхідних дій. Зручність такого підходу полягає в тому, що навіть якщо ви знаходитесь в іншій кімнаті або навіть за межами дому, ви все одно можете керувати своїм телевізором. Крім того, система підтримує різноманітні додаткові функції, такі як налаштування таймера, доступ до онлайн-контенту та інтеграція з іншими розумними пристроями у вашому домі, що робить користування телевізором ще більш комфортним і зручним.

Система складається з наступних компонентів:

- Мікроконтролер ESP8266
- ІЧ-приймач VS1838
- ІЧ-модуль KY-022
- ІЧ-випромінювач

					КР.КІ 24.537.09.000 ПЗ	Арк.
Зн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

У таблиці 4.1 зображено кошторис витрат на проектування

					КР.КІ 24.537.09.000 ПЗ	Арк.
Зн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Таблиця 4.1 – Кошторис витрат на проектування

Найменування статей витрат	Сума, грн	Обґрунтування
1.Зарплата проєктувальника	6490	—
2.Вартість компонентів	360	—
3.Відрахування на соціальні потреби	811	—
4.Контрагентські роботи і послуги	—	Не проводились і не надавались
5.Витрати на відрядження	—	Співробітник не був у відрядженні
6.Інші прямі витрати	—	—
7.Усього прямих витрат	7661	—
8.Накладні витрати	—	—
9.Планові накопичення	1245	—
10.Усього, кошторисна вартість проекту	8906	—
11.Податок на додану вартість	1959	—
12.Загалом, договірна ціна розробки	10865	—

У таблиці 4.2 зображено необхідні компоненти, та вартість

Таблиця 4.2 – Вартість компонентів

Компонент	Ціна (грн.)
Мікроконтролер ESP8266	300
ІЧ-приймач VS1838	20
ІЧ-модуль KY-022	30
ІЧ-випромінювач	30
Разом:	360

4.3 Обґрунтування необхідності розробки

Хоча існують альтернативні способи керування телевізором, такі як пульт дистанційного керування або мобільні додатки, система віддаленого керування за допомогою веб-сайту має ряд переваг, які роблять її розробку вигідною та актуальною:

- Зручність та доступність. Користувачі можуть керувати телевізором з будь-якого пристрою, підключеного до Інтернету, не потребуючи пульта дистанційного керування. Це особливо актуально для людей, які часто гублять пульт або живуть у великих будинках, де пульт може бути важко знайти. Система може бути корисною для людей з обмеженими можливостями, яким важко користуватися пультом.

- Гнучкість та розширюваність. Веб-сайт може бути налаштований для додавання додаткових функцій, таких як планування записів, відтворення медіа-файлів або керування іншими пристроями розумного дому. Це дозволяє системі адаптуватися до мінливих потреб користувачів та залишатися актуальною протягом тривалого часу.

Низька вартість та простота реалізації. Система відносно проста та недорога у збірці, що робить її доступною для широкого кола користувачів. Компоненти для системи легкодоступні та мають порівняно невисоку ціну.

Програмування та налаштування системи не потребують глибоких технічних знань.

– Покращення досвіду користування телевізором. Система може зробити керування телевізором більш зручним та приємним. Користувачі можуть легко перемикатися між каналами, регулювати гучність, шукати контент та керувати іншими функціями, не відволікаючись від перегляду. Це може призвести до підвищення задоволеності користувачів та покращення їх загального досвіду користування телевізором.

– Освітня та наукова цінність. Розробка системи може допомогти студентам та програмістам набути практичних навичок у сфері програмування, веб-розробки та електроніки. Це може дати їм цінний досвід роботи з реальними проектами та вирішення складних задач. Дослідження та розробка системи можуть сприяти розвитку нових технологій та інновацій у сфері віддаленого керування та розумного дому.

– Економічна вигода. Хоча розробка системи потребує певних інвестицій, вона може окупитися за рахунок економії часу та ресурсів, які зазвичай витрачаються на пошук пульта дистанційного керування або на керування телевізором з різних пристроїв. Система може бути комерційно вигідною, якщо її запропонувати як продукт або послугу для користувачів, які шукають зручні та інноваційні способи керування своїми телевізорами.

– Соціальна та екологічна відповідальність. Система може зробити телевізори більш доступними для людей з обмеженими можливостями, що може покращити їх якість життя. Розробка та використання системи може сприяти розвитку екологічно чистих технологій, які мінімізують вплив на навколишнє середовище.

Зважаючи на всі вищезазначені фактори, розробка системи віддаленого керування телевізором за допомогою веб-сайту є вигідним та актуальним проектом, який може принести значну користь користувачам, розробникам, науковій спільноті та суспільству загалом

					КР.КІ 24.537.09.000 ПЗ	Арк.
Зн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

ВИСНОВКИ

В результаті кваліфікаційної роботи було проведено комплексне дослідження і розробку системи віддаленого керування пристроями за допомогою інфрачервоного випромінювання. В процесі виконання кваліфікаційної роботи було проаналізовано предметну область, спроектовано, реалізовано та протестовано систему, а також виконано економічний аналіз.

На етапі аналізу предметної області було досліджено існуючі технології та рішення в галузі віддаленого керування пристроями за допомогою ІЧ-випромінювання, сформульовано завдання роботи.

Проектування системи включало вибір компонентів та розробку структури. Основними компонентами були обрані ІЧ-приймач для зчитування команд, ІЧ-випромінювач для надсилання команд та мікроконтролер ESP8266-12E для керування даними модулями. Було розроблено схему взаємодії компонентів, визначено необхідні програмні бібліотеки та описано алгоритми роботи системи в режимах навчання та надсилання команд.

На етапі реалізації було створено прототип системи, який включав налаштування апаратної частини та розробку програмного забезпечення за допомогою Arduino IDE. Система успішно зчитувала ІЧ-команди з пульта та надсилала збережені команди через WiFi. Було проведено тестування, яке підтвердило працездатність та ефективність розробленої системи.

Економічний аналіз проекту включав оцінку витрат на компоненти системи, розробку та впровадження. Було виявлено, що використання мікроконтролера ESP8266-12E та стандартних ІЧ-модулів забезпечує низьку вартість проекту при збереженні високої функціональності.

Надалі система може бути вдосконалена шляхом включення в неї можливості додавання нових ІЧ-команд без внесення змін в програмний код.

					КР.КІ 24.537.09.000 ПЗ	Арк.
Зн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Наукова стаття. *Sciencedaily*: вебсайт. URL: <https://www.sciencedaily.com/releases/2022/04/220413141617.htm> (дата звернення: 10.03.2024).
2. Властивості інфрачервоного випромінювання. *Wikipedia*: вебсайт. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Infrared> (дата звернення: 15.04.2024).
3. Розробка та реалізація пульта дистанційного керування. *researchgate*: вебсайт. URL: https://www.researchgate.net/publication/of_Infrared_IRSystem (дата звернення: 17.04.2024).
4. Пульт дистанційного керування. *YouTube*: вебсайт. URL: https://www.youtube.com/watch?v=ml2ZqmC_aIs (дата звернення: 25.05.2024).
5. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи для студентів спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» освітньої програми «Інженерія Інтернету речей» / Павлюс В.П., Посвятовська О.Б., Кульчинська Н.З. – Галицький фаховий коледж імені В'ячеслава Чорновола, Тернопіль, 2023. 52с.

ДОДАТКИ

Додаток А.

Лістинг програмного коду зчитування ІЧ-команд

```
#include <Arduino.h>
#include <assert.h>
#include <IRrecv.h>
#include <IRremoteESP8266.h>
#include <IRac.h>
#include <IRtext.h>
#include <IRutils.h>

const uint16_t kRecvPin = 14;
const uint32_t kBaudRate = 115200;
const uint16_t kCaptureBufferSize = 1024;

#if DECODE_AC
const uint8_t kTimeout = 50;
#else
const uint8_t kTimeout = 15;
#endif
const uint16_t kMinUnknownSize = 12;
const uint8_t kTolerancePercentage = kTolerance;

IRrecv irrecv(kRecvPin, kCaptureBufferSize, kTimeout, true);
decode_results results;

void setup() {
    #if defined(ESP8266)
        Serial.begin(kBaudRate, SERIAL_8N1, SERIAL_TX_ONLY);
    #else
        Serial.begin(kBaudRate, SERIAL_8N1);
    #endif
    while (!Serial)
        delay(50);
    assert(irutils::lowLevelSanityCheck() == 0);

    Serial.printf("\n"      D_STR_IRRECVDUMP_STARTUP      "\n",
kRecvPin);
    #if DECODE_HASH
        irrecv.setUnknownThreshold(kMinUnknownSize);
    #endif
    irrecv.enableIRIn();
}

void loop() {
    if (irrecv.decode(&results)) {
        uint32_t now = millis();
```

					КР.КІ 24.537.09.000 ПЗ	Арк.
Зн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

```

        Serial.printf(D_STR_TIMESTAMP " : %06u.%03u\n", now /
1000, now % 1000);
        if (results.overflow)
            Serial.printf(D_WARN_BUFFERFULL "\n",
kCaptureBufferSize);
        Serial.println(D_STR_LIBRARY " : v"
_IRREMOTESP8266_VERSION_STR "\n");
        if (kTolerancePercentage != kTolerance)
            Serial.printf(D_STR_TOLERANCE " : %d%%\n",
kTolerancePercentage);
        Serial.print(resultToHumanReadableBasic(&results));
        String description =
IRAcUtils::resultAcToString(&results);
        if (description.length()) Serial.println(D_STR_MSGDESC
": " + description);
        yield();
        Serial.println(resultToSourceCode(&results));
        Serial.println();
        yield();
    }
}

```

Додаток Б.

Лістинг програмного коду режиму надсилання команд

```

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <ESP8266mDNS.h>
#include <IRremoteESP8266.h>
#include <IRsend.h>

#define IR_SEND_PIN 12 //GPIO D6
IRsend irsend(IR_SEND_PIN);

const char* ssid = "my_wifi";
const char* password = "my_pass";

ESP8266WebServer server(80);

const int led = BUILTIN_LED;

String rowDiv = " <div class=\"row\" style=\"padding-
bottom:1em\">\n";
String endDiv = " </div>\n";

```



```

String generateButton(String colSize, String id, String text,
String url) {

    return "<div class=\"" + colSize + "\" style=\"text-align:
center\">\n" +
        "        <button id=\"" + id + "\" type=\"button\"
class=\"btn btn-default\" style=\"width: 100%\"
onclick='makeAjaxCall(\"" + url + "\")'>" + text + "</button>\n" +
        "</div>\n";
}

void handleRoot() {
    digitalWrite(led, 0);
    String website = "<!DOCTYPE html>\n";
    website = website + "<html>\n";
    website = website + "    <head>\n";
    website = website + "        <meta charset=\"utf-8\">\n";
    website = website + "        <meta http-equiv=\"X-UA-
Compatible\" content=\"IE=edge\">\n";
    website = website + "        <meta name=\"viewport\"
content=\"width=device-width, initial-scale=1\">\n";
    website = website + "        <link rel=\"stylesheet\"
href=\"https://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.7/css/bootstr
ap.min.css\">\n";
    website = website + "    </head>\n";
    website = website + "    <body>\n";
    website = website + "        <div class=\"container-
fluid\" style=\"max-width:400px\">\n";

    website = website + "            <div><h2 style=\"color:green\;
text-align:center\">TV Remote Control</h2></div>\n";
    // ----- Power -----
    --
    website = website + rowDiv;
    website = website + generateButton("col-xs-4",
"tvpower","TV Power", "tvpower");
    website = website + generateButton("col-xs-4",
"home","Home", "home");
    website = website + generateButton("col-xs-4",
"mute","Mute", "mute");
    website = website + endDiv;
    // ----- Navigation -----
    -----
    website = website + rowDiv;
    website = website + generateButton("col-xs-12", "up","Up",
"up");
    website = website + endDiv;
    website = website + rowDiv;
    website = website + generateButton("col-xs-3",
"left","Left", "left");
    website = website + generateButton("col-xs-6", "ok","Ok",
"ok");

```

```

        website = website + generateButton("col-xs-3",
"right","Right", "right");
        website = website + endDiv;
        website = website + rowDiv;
        website = website + generateButton("col-xs-12",
"down","Down", "down");
        website = website + endDiv;
        // ----- Volume -----
---
        website = website + rowDiv;
        website = website + generateButton("col-xs-6",
"volumeup","Vol +", "volumeup");
        website = website + generateButton("col-xs-6",
"volumedown","Vol -", "volumedown");
        website = website + endDiv;
        // ----- Controls -----
---
        website = website + rowDiv;
        website = website + generateButton("col-xs-12",
"menu","Menu", "menu");
        website = website + endDiv;
        website = website + rowDiv;
        website = website + generateButton("col-xs-6",
"back","Back", "back");
        website = website + generateButton("col-xs-6",
"exit","Exit", "exit");
        website = website + endDiv;
        website = website + rowDiv;
        website = website + generateButton("col-xs-12",
"source","Source", "source");
        website = website + endDiv;

        website = website + endDiv;
        website = website + "                <script
src=\"https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.12.4/jquery.m
in.js\"></script>\n";
        website = website + "                <script
src=\"https://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.7/js/bootstrap
.min.js\"></script>\n";
        website = website + "                <script> function
makeAjaxCall(url){$.ajax({\"url\": url})}</script>\n";
        website = website + "    </body>\n";
        website = website + "</html>\n";

        server.send(200, "text/html", website);
        digitalWrite(led, 1);
    }

    void handleNotFound(){
        digitalWrite(led, 1);
        String message = "File Not Found\n\n";
        message += "URI: ";

```

					КР.КІ 24.537.09.000 ПЗ	Арк.
Зн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52


```

        message += server.uri();
        message += "\nMethod: ";
        message += (server.method() == HTTP_GET)? "GET": "POST";
        message += "\nArguments: ";
        message += server.args();
        message += "\n";
        for (uint8_t i=0; i<server.args(); i++){
            message += " " + server.argName(i) + ": " + server.arg(i)
+ "\n";
        }
        server.send(404, "text/plain", message);
        digitalWrite(led, 1);
    }

void setup(void){
    irsend.begin();
    pinMode(led, OUTPUT);
    digitalWrite(led, 1);
    Serial.begin(115200);
    WiFi.begin(ssid, password);
    Serial.println("");

    // Wait for connection
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        delay(500);
        Serial.print(".");
    }
    Serial.println("");
    Serial.print("Connected to ");
    Serial.println(ssid);
    Serial.print("IP address: ");
    Serial.println(WiFi.localIP());

    if (MDNS.begin("esp8266")) {
        Serial.println("MDNS Responder Started");
    }

    server.on("/", handleRoot);

    server.on("/tvpower", [](){
        Serial.println("TV power");
        irsend.sendNEC(0x20250AF, 32);
        server.send(200, "text/plain", "TV Power");
    });

    server.on("/home", [](){
        Serial.println("Home");
        irsend.sendNEC(0x20230CF, 32);
        server.send(200, "text/plain", "Home");
    });

    server.on("/mute", [](){

```

```

        Serial.println("Mute");
        irsend.sendNEC(0x202F00F, 32);
        server.send(200, "text/plain", "Mute");
    });

    server.on("/ok", [](){
        Serial.println("OK");
        irsend.sendNEC(0x202B04F, 32);
        server.send(200, "text/plain", "OK");
    });

    server.on("/left", [](){
        Serial.println("Left");
        irsend.sendNEC(0x20208F7, 32);
        server.send(200, "text/plain", "Left");
    });

    server.on("/right", [](){
        Serial.println("Right");
        irsend.sendNEC(0x2028877, 32);
        server.send(200, "text/plain", "Right");
    });

    server.on("/up", [](){
        Serial.println("Up");
        irsend.sendNEC(0x202D02F, 32);
        server.send(200, "text/plain", "Up");
    });

    server.on("/down", [](){
        Serial.println("Down");
        irsend.sendNEC(0x202708F, 32);
        server.send(200, "text/plain", "Down");
    });

    server.on("/volumedown", [](){
        Serial.println("Vol -");
        irsend.sendNEC(0x20238C7, 32);
        server.send(200, "text/plain", "Vol -");
    });

    server.on("/volumeup", [](){
        Serial.println("Vol +");
        irsend.sendNEC(0x202A857, 32);
        server.send(200, "text/plain", "Vol +");
    });

    server.on("/menu", [](){
        Serial.println("Menu");
        irsend.sendNEC(0x20242BD, 32);
        server.send(200, "text/plain", "Menu");
    });

```



```

server.on("/source", [](){
    Serial.println("Source");
    irsend.sendNEC(0x20258A7, 32);
    server.send(200, "text/plain", "Source");
});

server.on("/back", [](){
    Serial.println("Back");
    irsend.sendNEC(0x20202FD, 32);
    server.send(200, "text/plain", "Back");
});

server.on("/exit", [](){
    Serial.println("Exit");
    irsend.sendNEC(0x202827D, 32);
    server.send(200, "text/plain", "Exit");
});

server.onNotFound(handleNotFound);

server.begin();
Serial.println("HTTP Server Started");
}

void loop(void){
    server.handleClient();
}

```