

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет

імені Петра Могили

Факультет комп'ютерних наук

Кафедра комп'ютерної інженерії

ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри,
д-р техн. наук, проф.

_____ І. М. Журавська

«__» _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

**Апаратно-програмний комплекс моніторингу та
керування розумною кухнею на базі ESP8266**

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

123 – КБР.01 – 405.22010522

Студент

_____ М. В. Тищенко
підпис

«__» _____ 202__ р.

Керівник ст. викладач

_____ Є. С. Дарнапук
підпис

«__» _____ 202__ р.

Миколаїв – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Чорноморський національний університет імені Петра Могили
Факультет комп'ютерних наук
Кафедра комп'ютерної інженерії

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри _____ І. М. Журавська

« 22 » _____ грудня _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
на виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи

Видано студенту групи 405 факультету комп'ютерних наук

Тищенко Максим Вадимович

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема кваліфікаційної роботи

Апаратно-програмний комплекс моніторингу та керування розумною кухнею на базі ESP8266

Затверджена наказом по ЧНУ ім. Петра Могили від 30.01.2024 № 17.

2. Строк представлення кваліфікаційної роботи « 22 » _____ 2023 р.

3. Очікуваний результат роботи та початкові дані, якщо такі потрібні

Очікуваним результатом є апаратно-програмний комплекс для моніторингу та керування розумною кухнею.

4. Перелік питань, що підлягають розробці:

- дослідження предметної області та аналіз існуючих рішень;
- формування специфікації вимог та концепту до комплексу;

- визначення методів та засобів для проєктування комплексу;
- моделювання та проєктування програмно-апаратного комплексу;
- програмування комплексу;
- здійснення тестування роботи комплексу в реальних умовах;

5. Перелік графічних матеріалів

Презентація

6. Завдання до спеціальної частини

Аналіз охорони праці на робочих місцях фахівців з інформаційних технологій

7. Консультанти:

Консультант	Кафедра (організація)	Частина роботи
А. О. Алексєєва	кафедра екології Медичного інституту ЧНУ імені Петра Могили	Охорона праці

Керівник роботи

ст викладач Дарнапук Євген Сергійович

(посада, прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Завдання прийнято до виконання

Тищенко Максим Вадимович

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

(підпис)

Дата видачі завдання « 22 » _____ грудня _____ 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН
виконання кваліфікаційної роботи

Тема: «Апаратно-програмний комплекс моніторингу та керування розумною кухнею на базі ESP8266»

№	Найменування роботи	Початок	Закінчення	Примітки
1	Розробка та затвердження завдання на виконання КР	22.12.23	22.12.23	Виконав
2	Огляд літератури за темою роботи	04.04.24	05.04.24	Виконав
3	Складання календарного плану БКР	05.04.24	05.04.24	Виконав
4	Аналіз предметної області	10.04.24	12.04.24	Виконав
5	Розробка проєктних рішень	22.04.24	30.04.24	Виконав
6	Моделювання та конструювання АПЗ	01.05.24	03.05.24	Виконав
7	Перевірка працездатності, тестування та апробація розробленого АПЗ, аналіз результатів тестування	10.05.24	11.05.24	Виконав
8	Відгук керівника КР	00.00.00	00.00.00	Виконав
9	Оформлення БКР та презентації	20.05.24	21.05.24	Виконав
10	Перший попередній захист	29.05.24	29.05.24	Виконав
11	Другий попередній захист	06.06.24	06.06.24	Виконав
12	Завершення оформлення КР та презентації	07.06.24	08.06.24	Виконав
13	Захист бакалаврської кваліфікаційної роботи	24.06.24		

Розробив здобувач ВО Тищенко Максим Вадимович
(прізвище, ім'я, по батькові) _____ (підпис)
« ____ » _____ 20__ р.

Керівник роботи ст викладач Дарнапук Євген Сергійович
(посада, прізвище, ім'я, по батькові) _____ (підпис)

« ____ » _____ 20__ р.

АНОТАЦІЯ

до кваліфікаційної бакалаврської роботи
Апаратно-програмний комплекс моніторингу
та керування розумною кухнею на базі ESP8266»
Студент 405 гр.: Тищенко Максим Вадимович
Керівник: ст. викладач Дарнапук Євген Сергійович

Ця дипломна робота присвячена розробці та впровадженню апаратно-програмного комплексу для розумної кухні на базі мікроконтролера ESP8266, який використовується для моніторингу та управління кухонними процесами.

Актуальність роботи полягає в необхідності створення ефективних та безпечних систем для автоматизації кухонних процесів, що підвищують комфорт та знижують ризики для користувачів. Сучасні технології дозволяють реалізувати ці завдання з використанням доступних та недорогих компонентів.

Об'єктом дослідження є процеси створення та управління кухонним обладнанням.

Предметом є програмні та апаратні засоби, які забезпечують функціональність системи, включаючи вимірювання різних параметрів та управління приладами.

Мета роботи полягає у розробці надійної системи, яка вдосконалює кухонні процеси та підвищує безпеку користувачів.

Робота складається з вступу, трьох розділів, висновків та додатків. У першому розділі проведено огляд існуючих рішень та аналіз ринку смарт-кухонь. Другий розділ присвячений вибору методів і засобів реалізації, опису компонентів та принципів роботи системи. Третій розділ описує процес розробки та тестування апаратно-програмного комплексу.

Дипломна робота викладена на 83 сторінках, містить 3 розділи, 46 ілюстрацій, та 20 джерел у переліку посилань.

Ключові слова: апаратно-програмний комплекс, розумна кухня, ESP8266, моніторинг, управління

ABSTRACT

of the bachelor's thesis

«Web Application for Finding Musical Partners
and Exchanging Compositions»

Student of group 405: Tishchenko Maxim

Supervisor: senior teacher Darnapuk Yevhen

This thesis is dedicated to the development and implementation of a hardware-software complex for a smart kitchen based on the ESP8266 microcontroller, which is used for monitoring and managing kitchen processes.

The relevance of the work lies in the necessity to create efficient and safe systems for automating kitchen processes, enhancing comfort, and reducing risks for users. Modern technologies allow these tasks to be implemented using accessible and affordable components.

The object of the research is the processes of creating and managing kitchen equipment. The subject is the software and hardware tools that ensure the functionality of the system, including the measurement of various parameters and device management. The aim of the work is to develop a reliable system that improves kitchen processes and enhances user safety.

The work consists of an introduction, three chapters, conclusions, and appendices. The first chapter provides an overview of existing solutions and an analysis of the smart kitchen market. The second chapter is devoted to the selection of methods and means of implementation, the description of components, and the principles of the system's operation. The third chapter describes the process of developing and testing the hardware-software complex.

The thesis is presented on 83 pages, contains 3 chapters, 46 illustrations, and 20 sources in the reference list.

Keywords: *hardware-software complex, smart kitchen, ESP8266, monitoring, management*

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	4
ВСТУП	5
1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ РОЗУМНИХ КУХОННИХ СИСТЕМ.....	7
1.1 Огляд основних принципів роботи розумної кухні та її значення ..	7
1.2 Огляд існуючих рішень на ринку.....	8
1.3 Аналіз переваг та недоліків існуючих систем	13
1.4 Концепт системи	16
Висновки до розділу 1	18
2 МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА/АБО МОДЕЛЮВАННЯ ТА/АБО ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ, ЩО РОЗРОБЛЯЄТЬСЯ.....	19
2.1 Принцип роботи датчику вимірювання температури та вологості	19
2.2 Принцип роботи датчику якості повітря	26
2.3 Принцип роботи датчику руху	34
2.4 Математичні моделі.....	42
2.5 Блок-схеми алгоритмів дій комплексу та їх опис.....	45
Висновки до розділу 2	51
3 АПАРАТНО-ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ	52
3.1 Вибір та обґрунтування використаних датчиків та виконавчих пристроїв	52
3.2 Побудова макетної схеми пристрою.....	58
3.3 Розробка схеми підключення компонентів до ESP8266	59
3.4 Програмування пристрою	61
3.5 Тестування роботи пристрою	71
Висновки до розділу 3.....	73
ВИСНОВКИ.....	75
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	77
ДОДАТОК А.....	79

ДОДАТОК Б Лістинг коду програми..... 80

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

- AI – Artificial Intelligence
- IoT – Internet of Things
- IR – Infrared
- ML – Machine Learning
- NDIR – Nondispersive Infrared Sensor
- NTC – Negative Temperature Coefficient
- PID – Photoionization Detector
- PIR – Passive Infrared
- PTC – Positive Temperature Coefficient
- SSID – Service Set Identifier

ВСТУП

Розумна кухня є актуальним напрямком розвитку сучасних технологій, спрямованим на оптимізацію повсякденного життя та підвищення комфорту користувачів. Враховуючи стрімке зростання популярності «розумних» домашніх систем, актуальність створення апаратно-програмних комплексів для кухонь, що використовують новітні інноваційні технології, зростає з кожним днем. Серед великої кількості платформ для розумного будинку особливу увагу заслуговує ESP8266 через свою доступність, гнучкість у програмуванні та широкі можливості інтеграції з різними датчиками та пристроями.

Об'єктом кваліфікаційної роботи є процеси моніторингу та керування розумною кухнею.

Предметом кваліфікаційної роботи є апаратно-програмний комплекс на базі мікроконтролера ESP8266, призначений для оптимізації кухонних процесів.

Основною **метою** даної кваліфікаційної бакалаврської роботи є розробка апаратно-програмного комплексу, що дозволить моніторинг та керування розумною кухнею з використанням платформи ESP8266.

Для досягнення цієї мети поставлено наступні **завдання**:

- проаналізувати існуючі рішення розумних кухонь, виявити їх основні переваги та недоліки;
- розробити концептуальну модель власного апаратно-програмного комплексу, враховуючи специфіку кухонних процесів;
- створити алгоритми дій комплексу, включаючи взаємодію з користувачем та автоматизацію процесів кухні;
- реалізувати програмне забезпечення та підключити необхідні датчики та виконавчі механізми;
- протестувати та проаналізувати ефективність роботи розробленого комплексу.

Таким чином, реалізація запропонованого проекту сприятиме підвищенню рівня автоматизації домашніх процесів та забезпеченню вищого рівня комфорту та безпеки для користувачів.

1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ РОЗУМНИХ КУХОННИХ СИСТЕМ

1.1 Огляд основних принципів роботи розумної кухні та її значення

Розумна кухня – це концепція, яка передбачає використання сучасних технологій та автоматизації для оптимізації кухонних процесів. Основні принципи роботи таких систем включають збір даних з датчиків, їх аналіз та відповідне реагування обладнання для забезпечення ефективності, безпеки та економії ресурсів. Важливість розумних кухонь полягає в підвищенні комфорту користувачів, зменшенні витрат енергії та води, покращення якості харчування, а також в безпеці.

Розумна кухня може інтегрувати такі технології, як IoT, AI, ML та великі дані для створення ефективного та інтерактивного середовища. Ці компоненти взаємодіють для створення інтелектуального середовища, яке може адаптуватися та реагувати на потреби користувачів.

IoT дозволяє приладам, таким як холодильники, духовки, та інші кухонні прилади, зв'язуватися і взаємодіяти між собою та з користувачами. Наприклад, холодильник може відстежувати термін придатності продуктів і сповіщати користувача, коли їх потрібно вжити або замінити, та навіть автоматично додавати їх у список покупок. Також можливе віддалене управління приладами, яке дає можливість встановити духовці потрібну температуру для випікання за допомогою смартфона, не підходячи до неї.

AI та ML використовують алгоритми для аналізу великої кількості даних про поведінку та переваги користувачів. Це може включати вивчення часу та частоти приготування певних страв, щоб оптимізувати планування їжі та запропонувати рецепти згідно з індивідуальними перевагами. ML допомагає системі адаптуватися до змінних умов, наприклад, регулюючи час приготування на основі зовнішніх температур та вологості, що підвищує ефективність приготування їжі.

Великі дані. Використання великих даних у розумній кухні включає збір та аналіз інформації про використання енергії, води, та продуктів. Аналізуючи ці дані, система може виявляти тенденції та оптимізувати ресурси, що знижує витрати та мінімізує вплив на довкілля. Також це допомагає у визначенні неефективних практик, як-от зайве відкривання дверей холодильника або непотрібне використання води, і пропонувати корективні заходи.

Основна мета розумної кухні – підвищити комфорт та безпеку користувачів шляхом автоматизації рутинних завдань та надання можливості віддаленого контролю за допомогою мобільних додатків чи голосових помічників. Це дозволяє зменшити час, який витрачається на приготування їжі та прибирання, а також підвищити ефективність використання ресурсів, таких як електроенергія та вода.

Важливим аспектом розумної кухні є моніторинг умов навколишнього середовища, зокрема температури, вологості та якості повітря. Це дозволяє вчасно реагувати на можливі небезпеки, такі як витік газу, підвищення рівня забруднення повітря або небезпечні температури. Інтеграція з іншими розумними системами дому, такими як системи безпеки, освітлення та опалення, дозволяє створити єдину екосистему, яка забезпечує максимальний комфорт та безпеку користувачів [1, 2].

1.2 Огляд існуючих рішень на ринку

Для виявлення основних вимог до розробки проекту моніторингу та керування розумною кухнею проведено аналіз існуючих рішень, від простих гаджетів, таких як розумні холодильники та плити, до комплексних систем, що включають централізоване керування та моніторинг всіма кухонними приладами. Аналіз подібних систем проводиться з метою:

– визначення ключових функцій та можливостей: Вивчення наявних рішень дозволяє визначити основні функції, які повинні бути реалізовані у новому комплексі, такі як фактор безпеки, який необхідно враховувати під час діяльності на кухні. Існування витoku газу, неконтрольованого вогню,

надмірних температур і вологого середовища необхідно швидко виявити та усунути. Віддалено спостерігати та керувати кухонними приладами, такі як освітлення, холодильник, духовка тощо;

– ідентифікація потенційних можливостей для поліпшення: Вивчення існуючих комплексів дає змогу виявити можливості для вдосконалення, наприклад, у плані зручності користування, більш гнучкого налаштування або навіть інтеграції з іншими розумними домашніми системами;

– оцінка попиту та прийнятності користувачами: Вивчення існуючих систем дозволяє оцінити популярність різних функцій та затребуваності серед користувачів, що допомагає зробити новий комплекс більш привабливим для потенційного споживача.

Сучасний ринок IoT-технологій для кухонь розвивається з неймовірною швидкістю, пропонуючи все більше інноваційних рішень для покращення зручності, безпеки та ефективності кухонних процесів. Розглянемо детально ключові функції і можливості трьох систем, а саме Smart Kitchen by Xiaomi, Ecobee Haven Home Monitoring, та Inirv React, які виступають яскравими прикладами технологічних кухонних систем.

Xiaomi є одним з провідних виробників розумних пристроїв і пропонує широке портфоліо рішень для розумних кухонь. Система Smart Kitchen від Xiaomi включає кілька основних компонентів, таких як датчики температури та вологості, детектори газу та диму, а також розумні прилади, що дозволяють користувачам автоматизувати і контролювати різні аспекти кухонного середовища. Основною перевагою системи є її інтеграція з іншими продуктами Xiaomi через мобільний додаток Mi Home, що забезпечує уніфікований інтерфейс для управління всіма розумними пристроями в домі.

Крім того, система підтримує голосове керування через Google Assistant та Amazon Alexa, що додає ще більше зручності користувачам. Датчики, що входять до складу системи, забезпечують високу точність вимірювань і оперативне сповіщення про будь-які аномальні ситуації, такі як витік газу чи

підвищений рівень диму. Smart Kitchen by Xiaomi дозволяє користувачам легко контролювати та налаштовувати різні аспекти кухонного середовища, роблячи кухню більш безпечною та ефективною [3].



Рисунок 1.1 – Smart Kitchen by Xiaomi

Ecobee Haven Home Monitoring представляє собою комплексне рішення для моніторингу та управління умовами на кухні та в інших частинах дому. Система включає в себе датчики руху, детектори диму та монітори якості повітря, які забезпечують точне і надійне вимірювання параметрів навколишнього середовища. Інтеграція з іншими продуктами Ecobee, такими як термостати та камери спостереження, дозволяє створити єдину систему управління домом.

Мобільний додаток Ecobee надає зручний інтерфейс для віддаленого контролю та моніторингу, дозволяючи користувачам легко налаштовувати сповіщення та отримувати дані в режимі реального часу. Система забезпечує високий рівень безпеки даних, що є важливою перевагою для користувачів. Ecobee Haven Home Monitoring дозволяє створити безпечне та комфортне середовище на кухні за допомогою сучасних технологій [4].



Рисунок 1.2 – Ecobee Haven Home Monitoring

Inirv React – це система для автоматизації керування кухонними приладами, такими як плити та духовки. Вона включає датчики диму і газу, а також модулі для віддаленого керування приладами через мобільний додаток. Основна перевага цієї системи полягає в її здатності забезпечити високий рівень безпеки, автоматично вимикаючи прилади у випадку виявлення небезпечних умов.

Система дозволяє користувачам віддалено керувати кухонними приладами, що підвищує зручність та ефективність використання кухні. Inirv React може бути інтегрований з іншими розумними пристроями, створюючи єдину екосистему для управління домашнім середовищем. Це дозволяє зменшити рутинні завдання та підвищити комфорт користувачів. Крім того, для роботи системи необхідне стабільне інтернет-з'єднання, що може бути проблемою в умовах нестабільного підключення [5].

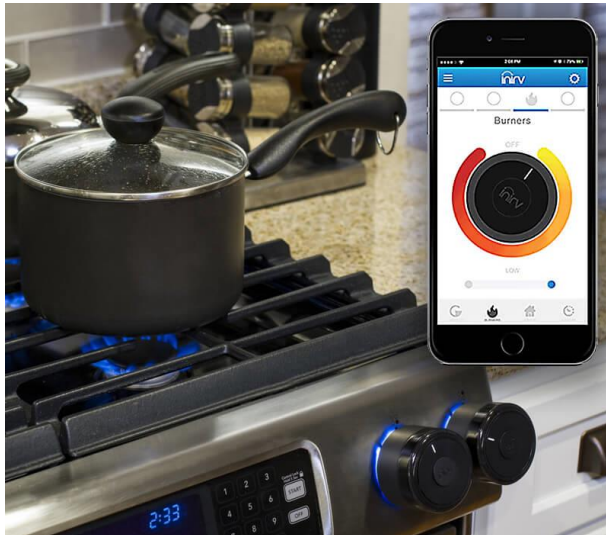


Рисунок 1.3 – Inirv React

Окрім зазначених вище систем, на ринку існує безліч інших рішень для розумних кухонь. Наприклад, Samsung SmartThings пропонує різноманітні пристрої для автоматизації та моніторингу кухонного середовища. Ця система включає датчики руху, температури, вологості, а також інші розумні пристрої, які можуть бути інтегровані через мобільний додаток SmartThings. Основна перевага системи Samsung полягає в її гнучкості та здатності інтегруватися з широким спектром пристроїв від різних виробників [6].

Іншим прикладом є Amazon Echo та Alexa, які дозволяють користувачам керувати кухонними приладами за допомогою голосових команд. Інтеграція з розумними пристроями від різних виробників дозволяє створити гнучку та зручну систему управління кухнею [7]. Google Nest також пропонує рішення для розумних кухонь, включаючи датчики руху, температури та вологості, а також інші розумні пристрої, які можуть бути інтегровані через мобільний додаток Google Home. Система забезпечує високу точність вимірювань і зручний інтерфейс для віддаленого керування [8].

Ринок рішень для розумних кухонь пропонує широкий спектр можливостей для автоматизації та моніторингу кухонного середовища. Кожна з розглянутих систем має свої унікальні особливості, які слід враховувати при виборі рішення для конкретних потреб користувача. Smart Kitchen by Xiaomi

є доступним і багатофункціональним рішенням, яке добре інтегрується з іншими продуктами Xiaomi. Ecobee Haven Home Monitoring пропонує високу точність та надійність, але є досить дорогою системою з додатковими витратами на підписку. Inrv React забезпечує високий рівень безпеки та автоматизації, що робить її привабливою для користувачів, які цінують безпеку та комфорт. Інші системи, такі як Samsung SmartThings, Amazon Echo та Google Nest, також пропонують різноманітні функції та можливості для покращення та оптимізації кухонного середовища, що дозволяє користувачам обрати найбільш підходяще рішення відповідно до своїх потреб та вподобань.

1.3 Аналіз переваг та недоліків існуючих систем

Аналіз готових рішень допомагає визначити сильні та слабкі сторони кожного з них, що дозволяє уникнути подібних недоліків у новому розробленому комплексі та покращити його функціональність. У цьому підрозділі ми розглянемо переваги та недоліки вище згаданих систем.

Система Smart Kitchen від Xiaomi пропонує широкий спектр функцій, включаючи датчики температури, вологості, газу та диму, а також інші розумні пристрої, які забезпечують автоматизацію та контроль різних аспектів кухонного середовища. Інтеграція з екосистемою Xiaomi через мобільний додаток Mi Home дозволяє користувачам отримувати уніфікований інтерфейс для управління всіма розумними пристроями в домі, що робить систему зручною та легкою у використанні. Xiaomi відома своєю доступною ціною, що робить її продукти привабливими для широкого кола користувачів. Зручний інтерфейс мобільного додатку Mi Home дозволяє легко налаштовувати та керувати пристроями, отримуючи сповіщення та здійснюючи контроль в режимі реального часу.

Основний недолік Smart Kitchen by Xiaomi полягає в залежності від екосистеми Xiaomi. Це може бути обмеженням для користувачів, які хочуть інтегрувати пристрої від інших виробників, створюючи проблеми з сумісністю та інтеграцією в загальну систему розумного дому. Деякі користувачі

відзначають потенційні проблеми з безпекою даних при використанні продуктів Xiaomi, особливо у зв'язку з віддаленим доступом через інтернет. Хоча система пропонує широкий спектр функцій, деякі користувачі можуть виявити, що вона не відповідає їхнім специфічним потребам або вимогам до автоматизації.

Ecobee Haven Home Monitoring забезпечує високу точність та надійність датчиків, що робить її системи ефективними для моніторингу умов кухонного середовища. Мобільний додаток Ecobee надає зручний інтерфейс для віддаленого контролю та моніторингу, дозволяючи користувачам легко налаштовувати сповіщення та отримувати дані в режимі реального часу. Система легко інтегрується з іншими пристроями Ecobee та забезпечує можливість створення єдиної екосистеми для управління різними аспектами домашнього середовища. Високий рівень безпеки даних є важливою перевагою для користувачів, які цінують конфіденційність та захист своїх даних.

Однак, Ecobee Haven Home Monitoring є досить дорогою системою, що може бути значним недоліком для користувачів з обмеженим бюджетом. Вартість пристроїв та підписки на деякі функції може бути значною. Деякі користувачі можуть виявити, що налаштування та інтеграція системи потребують значних зусиль та технічних знань, що може ускладнити її використання.

Inirv React забезпечує високий рівень безпеки, використовуючи датчики диму і газу для автоматичного вимкнення плити у випадку небезпечних умов. Це значно підвищує безпеку кухонного середовища. Система дозволяє користувачам віддалено керувати кухонними приладами через мобільний додаток, що підвищує зручність та ефективність використання кухні. Inirv React може бути інтегрований з іншими розумними пристроями, створюючи єдину екосистему для управління домашнім середовищем. Система автоматизує процеси, такі як вмикання та вимкнення приладів, що дозволяє зменшити рутинні завдання та підвищити комфорт користувачів.

Проте, Inirv React є досить дорогою системою, що може бути значним недоліком для користувачів з обмеженим бюджетом. Встановлення системи може бути складним і потребувати спеціалізованих знань, що може відлякати деяких користувачів. Для роботи системи необхідне стабільне інтернет-з'єднання, що може бути проблемою в умовах нестабільного підключення..

Кожна з цих систем вносить значний вклад у покращення кухонного досвіду, пропонуючи рішення для автоматизації, підвищення безпеки та енергоефективності. Однак, незважаючи на переваги, такі системи можуть вимагати значного втручання для налагодження і можуть бути вразливими до технічних збоїв, що потребують постійного технічного обслуговування. Це може створювати додаткові витрати і потребувати більшого залучення користувачів у процес управління системами.

Аналізуючи переваги та недоліки розглянутих систем, можна зробити наступні висновки.

Smart Kitchen by Xiaomi є доступним і багатофункціональним рішенням, яке добре інтегрується з іншими продуктами Xiaomi. Однак, залежність від екосистеми Xiaomi може обмежити можливості інтеграції з пристроями інших виробників.

Ecobee Haven Home Monitoring пропонує високу точність та надійність, але є досить дорогою системою з додатковими витратами на підписку. Незважаючи на це, зручний інтерфейс і можливість інтеграції з іншими системами роблять її привабливою для користувачів, які шукають надійне рішення для моніторингу умов кухонного середовища.

Inirv React забезпечує високий рівень безпеки та автоматизації, але висока вартість та складність встановлення можуть бути значними обмеженнями для деяких користувачів. Незважаючи на це, можливість інтеграції з іншими розумними пристроями та зручність віддаленого керування роблять її привабливою для користувачів, які цінують безпеку та комфорт.

1.4 Концепт системи

Для подальшого процесу розробки, дослідження та формування вимог був сформований концепт системи. Це допоможе визначити основні функції, що планується реалізувати, та орієнтир для всіх подальших технічних рішень.

Концепт системи моніторингу та керування розумною кухнею на базі ESP8266 передбачає створення інтегрованого апаратно-програмного комплексу, що забезпечує ефективний контроль та автоматизацію кухонного середовища. Основною ідеєю є інтеграція різних датчиків і виконавчих пристроїв, які зможуть взаємодіяти між собою через мікроконтролер ESP8266, забезпечуючи користувачам максимальний комфорт та безпеку[9].

Основні компоненти системи. ESP8266 є центральним елементом системи, який забезпечує обробку даних від датчиків та управління виконавчими пристроями. Завдяки вбудованим можливостям бездротового зв'язку, мікроконтролер дозволяє віддалено керувати системою через інтернет, забезпечуючи високий рівень інтеграції та гнучкості[10].

Датчики. Система використовує різні типи датчиків для моніторингу важливих параметрів кухонного середовища. Це можуть бути датчики температури та вологості, датчики якості повітря, датчики руху та інші. Дані з цих датчиків збираються та аналізуються мікроконтролером, що дозволяє автоматизувати багато процесів на кухні.

Виконавчі пристрої. Для реалізації керуючих дій використовуються різні виконавчі пристрої, такі як реле для управління кухонними приладами, бузери для сигналізації про небезпечні умови, а також дисплеї для відображення інформації. Ці пристрої забезпечують зворотний зв'язок та оперативне реагування на зміни умов на кухні.

Моніторинг умов на кухні. Система постійно відслідковує основні параметри навколишнього середовища на кухні, такі як температура, вологість, якість повітря та наявність руху. Це дозволяє вчасно виявляти будь-які аномалії та запобігати потенційним небезпекам.

Автоматизація кухонних процесів. За допомогою зібраних даних система може автоматично вмикати або вимикати кухонні прилади, налаштовувати оптимальні умови для приготування їжі, а також забезпечувати безпеку користувачів. Наприклад, система може автоматично вимикати газову плиту у разі виявлення витoku газу або активувати витяжку при виявленні підвищеного рівня диму.

Віддалене керування. Завдяки використанню мобільного додатку, користувачі можуть віддалено керувати всіма аспектами системи, отримувати актуальну інформацію про стан кухонного середовища та налаштовувати параметри роботи пристроїв. Це забезпечує максимальну зручність та гнучкість у користуванні системою.

Інтеграція з іншими розумними пристроями. Система може бути інтегрована з іншими розумними пристроями в будинку, такими як системи освітлення, безпеки та клімат-контролю. Це дозволяє створити єдину екосистему, яка забезпечує комплексне управління всім домом.

Безпека та захист даних. Для забезпечення безпеки користувачів та захисту даних використовуються сучасні методи шифрування та автентифікації. Це гарантує, що доступ до системи мають лише авторизовані користувачі, а всі дані передаються в захищеному вигляді.

Економія енергії та ресурсів. Система спрямована на зменшення енергоспоживання та оптимальне використання ресурсів. Автоматизація процесів, таких як вимкнення приладів при відсутності людини, дозволяє значно знизити витрати на енергію. Це не тільки економічно вигідно, але й сприяє збереженню навколишнього середовища.

Цей концепт системи розумної кухні базується на інтеграції сучасних технологій для забезпечення безпеки, зручності та ефективності використання кухонного середовища. Використання датчиків, виконавчих пристроїв та програмних компонентів створює можливості для автоматизації та віддаленого керування, що робить кухню не тільки більш технологічною, але й безпечною [11].

Висновки до розділу 1

У першому розділі було проведено глибокий аналіз сфери розумних кухонних систем, визначено основні технології. Проведений аналіз існуючих рішень виявив низку недоліків у наявних системах, таких як можливі помилкові спрацьовування системи, що можуть викликати незручності, залежність від стабільності роботи сенсорів та потреба в регулярному технічному обслуговуванні, залежність від інтернет-з'єднання та потенційні проблеми з конфіденційністю даних.

На основі аналізу було сформульовано концепт нової системи, який включає ключові функції, такі як контроль температури та вологості, контроль якості повітря, відображення усіх показників на дисплеї, виявляти присутність або відсутність людини на кухні, контролювати всі дані датчиків у додатку, надсилання стану тривоги, стану витяжного вентилятора та статус людини в кімнаті до додатку, дистанційне вмикання та вимикання кухонних пристроїв. Завдяки цьому можна розробити систему, що вигідно виділиться серед аналогічних пристроїв та забезпечить ефективну взаємодію між людиною та кухнею.

Результатом проведеної роботи в цьому розділі стало виявлення концепту та специфікації вимог до розроблюваного апаратно-програмного комплексу, який має потенціал зайняти провідне місце в цій ніші.

2 МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ, ЩО РОЗРОБЛЯЄТЬСЯ

2.1 Принцип роботи датчику вимірювання температури та вологості

Датчик вимірювання температури та вологості являє собою основний елемент багатьох систем автоматизації та моніторингу. Цей датчик дозволяє точно вимірювати рівні температури та вологості, що є критично важливим для забезпечення оптимальних умов розумної кухні.

Датчик використовує напівпровідникові матеріали, які змінюють свої електричні властивості в залежності від температури та вологості. Він складається з термістора і резистивного гігрометра. Дані про температуру та вологість передаються у вигляді цифрового сигналу до мікроконтролера, що дозволяє обробляти та використовувати ці дані для автоматизації.

Температура вимірюється за допомогою термістора, який змінює свій опір в залежності від температури навколишнього середовища. Цей опір перетворюється в електричний сигнал, який потім обробляється і перетворюється в значення температури.

Формула розрахунку температури з опору термістора виглядає наступним чином:

$$T = \frac{1}{A+B \ln(R)+C \ln(R)^3}, \quad (2.1)$$

де T – температура;

R – опір термістора;

A , B , C – калібрувальні константи, що залежать від конкретного типу термістора.

Для вимірювання вологості використовується резистивний гігрометр. Цей елемент складається з двох електродів, між якими знаходиться гігроскопічний матеріал, який змінює свою електропровідність в залежності

від вологості. Коли вологість змінюється, електропровідність матеріалу також змінюється, що дозволяє вимірювати рівень вологості.

Формула для розрахунку вологості виглядає наступним чином:

$$H = k \cdot \left(\frac{R_{ref}}{R_h} - 1 \right), \quad (2.2)$$

де H – вологість;

k – константа калібрування;

R_{ref} – опір при еталонній вологості;

R_h – опір при поточній вологості.

У системі розумної кухні зазначений датчик використовується для моніторингу температури та вологості в приміщенні. Ці дані можуть бути використані для керування вентиляцією, обігрівачами та іншими приладами для підтримки оптимальних умов на кухні. Наприклад, якщо температура піднімається вище заданого рівня, система може автоматично увімкнути вентиляцію для охолодження приміщення.

2.1.1 Види датчиків температури та вологості

Термістори. Термістори – це резистори, опір яких змінюється в залежності від температури. Вони поділяються на два основні типи:

– NTC: Опір зменшується з підвищенням температури. Це дозволяє точніше вимірювати зміни температури в більш вузькому діапазоні температур. NTC-термістори зазвичай використовуються в пристроях, де потрібно точне вимірювання невеликих змін температури, таких як термометри, контролери температури та різні сенсори. Наприклад, у розумних кухнях вони можуть використовуватися для контролю температури холодильників або духовок, забезпечуючи точність та стабільність температурного режиму;

– РТС: Опір збільшується з підвищенням температури. Ці термістори використовуються в пристроях, де потрібно захист від перегріву, таких як електродвигуни, трансформатори та інші електронні компоненти. Вони ефективно використовуються для автоматичного вимкнення обладнання при досягненні критичних температур, забезпечуючи додатковий рівень безпеки.

Термопари. Термопари складаються з двох різних металів, що генерують електричну напругу, пропорційну різниці температур між двома з'єднаннями. Вони широко використовуються завдяки своєму широкому діапазону вимірювання та швидкому часу відгуку. Термопари можуть бути використані в екстремальних умовах і забезпечують високу точність вимірювань. У розумних кухнях термопари можуть застосовуватися для контролю температури в духовках та інших кухонних приладах, де важлива висока точність вимірювання та швидка реакція на зміни температури.

Резистивні датчики вологості. Резистивні датчики вологості складаються з матеріалу, який змінює свою електропровідність в залежності від вологості повітря. Коли вологість підвищується, опір матеріалу зменшується, і навпаки. Ці датчики зазвичай використовуються в системах, де потрібно моніторити рівень вологості, таких як кліматичні системи, холодильники та розумні будинки. Вони можуть бути інтегровані в системи контролю мікроклімату на кухні, дозволяючи підтримувати оптимальні умови для зберігання продуктів та забезпечуючи комфортне середовище для користувачів.

Ємнісні датчики вологості. Ємнісні датчики вологості використовують діелектричний матеріал між двома електродами, який змінює свою ємність в залежності від вологості повітря. Коли вологість змінюється, змінюється ємність конденсатора, що дозволяє вимірювати рівень вологості. Ці датчики відрізняються високою точністю та стабільністю, що робить їх ідеальними для застосувань, де потрібна висока точність вимірювання вологості. Вони можуть бути використані в розумних кухнях для контролю рівня вологості в

приміщеннях, забезпечуючи оптимальні умови для зберігання продуктів та комфорт для користувачів.

Датчики температури на основі напівпровідників. Датчики температури на основі напівпровідників використовують властивості напівпровідникових матеріалів для вимірювання температури. Вони зазвичай мають високу точність і можуть інтегруватися з мікроконтролерами та іншими цифровими системами. Такі датчики часто використовуються в системах автоматизації розумних будинків, де необхідно забезпечити точний контроль температури з мінімальним енергоспоживанням. У розумних кухнях ці датчики можуть бути інтегровані в системи управління температурою духовок, холодильників та інших кухонних приладів.

Датчики на основі оптичних властивостей. Датчики на основі оптичних властивостей використовують зміну оптичних властивостей матеріалів для вимірювання температури та вологості. Наприклад, деякі датчики використовують зміну кольору матеріалу при зміні температури або вологості. Ці датчики зазвичай використовуються в спеціалізованих додатках, де потрібна висока точність та стабільність вимірювань. Вони можуть застосовуватися у високотехнологічних системах моніторингу кліматичних умов на кухні, забезпечуючи точність та надійність вимірювань.

2.1.2 Характеристики датчику температури та вологості

Основні характеристики для більшості датчиків температури та вологості включають діапазон вимірювання, точність, чутливість, стабільність, час відгуку та енергоспоживання. На прикладі розглянемо характеристики датчика DHT11 [12].

Діапазон вимірювання залежить від умов навколишнього середовища, таких як температура і вологість. Наприклад, за межами рекомендованих умов роботи точність датчика може суттєво знижуватися. Датчик слід розміщувати на висоті, яка відповідає середньому рівню температури і вологості у приміщенні. Наприклад, для кухні оптимальна висота може бути на рівні

робочої поверхні або трохи вище, щоб вимірювання були найбільш репрезентативними.

У більшості випадків датчик не потребує спеціального нахилу для коректної роботи. Важливо забезпечити, щоб навколо датчика була достатня циркуляція повітря для точного вимірювання параметрів. Уникання місць з прямим потоком повітря від вентиляційних систем або кондиціонерів є важливим для уникнення помилкових вимірювань. Датчик слід розміщувати в місцях, захищених від прямого контакту з водою, конденсатом або іншими рідинами. Також слід уникати встановлення датчика в місцях з високим рівнем пилу або бруду, що може вплинути на точність вимірювань.

Схема контактів датчика показана нижче (див. рис. 2.1).

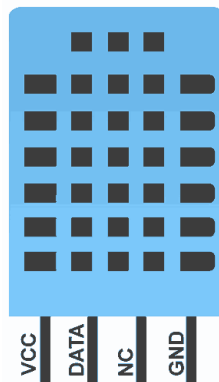


Рисунок 2.1 – Схема контактів датчика температури та вологості

Pin1 (VCC): це контакт джерела живлення 3.3В або 5В.

Pin2 (DATA): це контакт, через який передаються дані.

Pin3 (NC): цей контакт не підключений і не використовується.

Pin4 (GND): контакт заземлення.

Технічні характеристики датчика вимірювання температури та вологості включають наступне:

- діапазон робочої напруги: від 3.3В до 5В;
- робочий струм: Приблизно 0.3мА під час вимірювання і 60мкА в режимі очікування;
- діапазон вимірювання температури: від 0°C до 50°C;

- точність вимірювання температури: $\pm 2^{\circ}\text{C}$;
- діапазон вимірювання вологості: від 20% до 90% RH (відносна вологість);
- точність вимірювання вологості: $\pm 5\% \text{ RH}$;
- час відгуку: приблизно 1 секунда;
- вихідний сигнал: цифровий вихідний сигнал;
- розміри: 15 мм x 12 мм x 5.5 мм;
- тип датчика: ємнісний сенсор для вологості і термістор для температури;
- інтерфейс зв'язку: однопровідний цифровий інтерфейс.

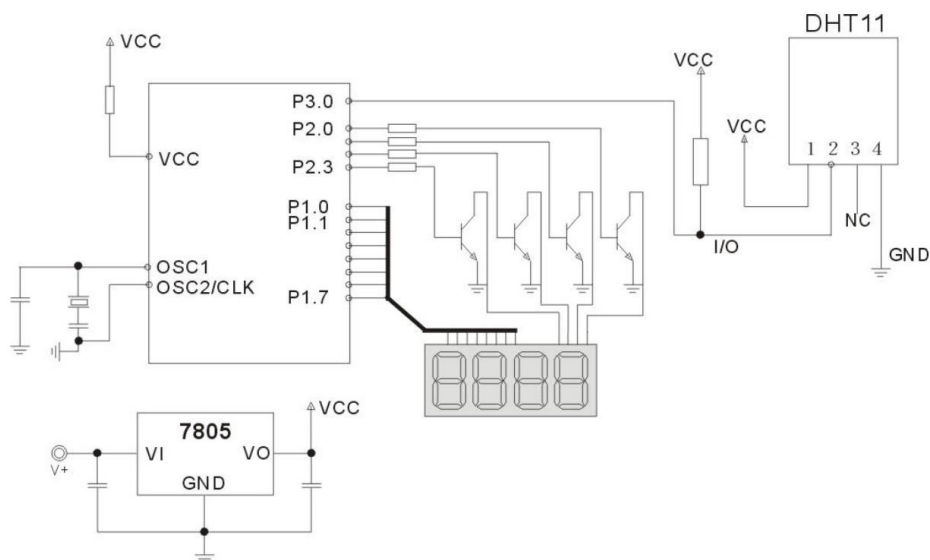


Рисунок 2.2 – Принципова схема датчика вимірювання температури та вологості

Схема модуля датчика може бути розроблена з різними компонентами, наприклад, такими як стабілізатор напруги, мікроконтролер, резистори, конденсатори та семи сегментний дисплей (див. рис. 2.2).

2.1.3 Переваги та недоліки датчиків вимірювання температури та вологості

Датчики вимірювання температури та вологості забезпечують високу точність вимірювань, що робить їх надійними для тривалого використання без потреби у частому калібруванні. Багато з них мають швидкий час відгуку, що дозволяє миттєво реагувати на зміни умов. Низьке енергоспоживання робить ці датчики ідеальними для автономних систем, які працюють від батарейок, дозволяючи подовжити термін служби пристроїв. Компактний розмір датчиків дозволяє їх легко інтегрувати в різні пристрої і системи, особливо в портативних та мініатюрних пристроях. Простота інтеграції з мікроконтролерами та іншими системами, зокрема через цифровий інтерфейс, значно спрощує процес зчитування даних і обробки сигналів.

Однак, одним із головних недоліків є обмежений діапазон вимірювання температури та вологості. Наприклад, датчик DHT11 має діапазон вимірювання температури від 0°C до 50°C і вологості від 20% до 90% RH, що може бути недостатнім для певних застосувань. Точність вимірювання, хоча і достатня для більшості побутових застосувань, може бути недостатньою для високоточних додатків. Датчики також можуть бути чутливими до екстремальних умов навколишнього середовища, таких як високий рівень пилу, вологи або агресивних хімічних речовин, що впливає на їх точність і тривалість служби. Деякі датчики вимагають регулярного калібрування для підтримання їх точності, що може бути трудомістким процесом. Висока ціна деяких високоточних і надійних датчиків може вплинути на загальну вартість системи, що робить вибір між ціною і характеристиками датчика важливим аспектом при розробці та впровадженні систем моніторингу.

Отже, підсумовуючи, слід виділити наступні переваги та недоліки.

Переваги:

- точність і надійність;
- швидкий час відгуку;

- енергозбереження;
- компактний розмір;
- простота інтеграції.

Недоліки:

- обмежений діапазон вимірювання;
- точність вимірювань;
- чутливість до умов навколишнього середовища;
- необхідність калібрування деяких датчиків.

Також окремо слід виділити ціну. Датчики високої точності і надійності можуть бути досить дорогими, що може вплинути на загальну вартість системи. Але вибір між ціною і характеристиками датчика є важливим аспектом при розробці та впровадженні систем моніторингу, що може вплинути на якість кінцевого рішення, тому ціна не розглядається як недолік.

2.2 Принцип роботи датчику якості повітря

Датчики якості повітря використовуються для вимірювання концентрацій різних газів у повітрі, що дозволяє оцінити рівень забруднення та забезпечити контроль над умовами навколишнього середовища, що є критично важливим для забезпечення безпечних і комфортних умов у розумній кухні.

Датчик складається з напівпровідникового матеріалу (зазвичай оксиду олова, SnO₂), який змінює свою електричну провідність у присутності певних газів. Датчик має нагрівач, що підтримує постійну температуру, необхідну для стабільної роботи.

Коли гази, такі як аміак (NH₃), оксиди азоту (NO_x), алкоголь, бензин, дим, вуглекислий газ (CO₂), контактують з чутливим елементом, відбувається реакція, яка змінює електричну провідність матеріалу. Зміна провідності вимірюється електронною схемою датчика і перетворюється на аналоговий або цифровий сигнал, який можна зчитувати мікроконтролером.

Для визначення концентрації газу використовується наступна формула, що пов'язує зміну опору датчика з концентрацією газу:

$$R_s = \frac{V_c}{I_s}, \quad (2.3)$$

де R_s – опір датчика в присутності газу;

V_c – напруга на датчику;

I_s – струм через датчик.

Стандартна характеристика датчика показує залежність між відносним опором R_s/R_0 і концентрацією газу. R_0 – це опір датчика на чистому повітрі. Відповідно, відносний опір визначається як:

$$\frac{R_s}{R_0} = f(C), \quad (2.4)$$

де $f(C)$ – функція концентрації газу C .

Для різних газів характерна своя залежність, яка може бути представлена графічно або таблично в даташиті датчика.

2.2.1 Види датчиків якості повітря

Електрохімічні датчики. Електрохімічні датчики використовують електрохімічні реакції для вимірювання концентрації газів. Коли цільовий газ контактує з електродом датчика, відбувається хімічна реакція, яка генерує електричний сигнал, пропорційний концентрації газу. Електрохімічні датчики зазвичай використовуються для вимірювання токсичних газів, таких як вуглекислий газ (CO), діоксид азоту (NO₂) і діоксид сірки (SO₂). Вони характеризуються високою точністю і низьким енергоспоживанням, але мають обмежений термін служби через витрату реагентів. Ці датчики часто використовуються в портативних моніторах якості повітря та системах безпеки на промислових об'єктах.

NDIR датчики. NDIR використовують інфрачервоне випромінювання для виявлення концентрації газів. Принцип роботи базується на поглинанні

інфрачервоного світла певними газами, такими як вуглекислий газ (CO_2). Коли світло проходить через зразок повітря, певні довжини хвиль поглинаються газом, і датчик вимірює кількість поглиненого світла. Відповідно до поглиненої кількості світла визначається концентрація газу. NDIR датчики мають тривалий термін служби, високу точність і стійкість до забруднень, що робить їх популярними для моніторингу CO_2 у приміщеннях, промислових об'єктах та транспортних засобах. Вони також використовуються в системах вентиляції та кондиціонування для забезпечення оптимальної якості повітря.

Напівпровідникові датчики. Напівпровідникові датчики працюють на основі зміни електричної провідності матеріалу в присутності цільового газу. Датчики на основі оксиду олова (SnO_2) змінюють свою провідність при контакті з газами, такими як аміак (NH_3), оксиди азоту (NO_x), алкоголь, бензин, дим та інші забруднювачі. Напівпровідникові датчики є відносно недорогими і можуть виявляти широкий спектр газів. Однак, вони можуть мати високе енергоспоживання і менш точні в порівнянні з іншими типами датчиків. Такі датчики потребують регулярного калібрування для підтримання точності. Вони широко використовуються в побутових детекторах диму та газу, а також у системах моніторингу якості повітря в промисловості.

PID. Фотоіонізаційні детектори використовують ультрафіолетове світло для іонізації летких органічних сполук (VOC). Коли молекули газу іонізуються, вони створюють електричний струм, який вимірюється датчиком і є пропорційним концентрації газу. PID датчики дуже чутливі і можуть виявляти низькі концентрації VOC, що робить їх ефективними для моніторингу забруднення повітря. Вони можуть бути дорогими і вимагати частого обслуговування для забезпечення точності вимірювань. Ці датчики зазвичай використовуються в промислових застосуваннях для виявлення небезпечних речовин і забезпечення безпеки працівників.

Лазерні датчики. Лазерні датчики використовують лазерне розсіювання для виявлення часток в повітрі, таких як пил, дим і аерозолі. Лазерний промінь

проходить через зразок повітря, і частки розсіюють світло, яке потім вимірюється фотодетектором. Лазерні датчики мають високу точність і здатні виявляти дуже дрібні частки, що робить їх ідеальними для моніторингу якості повітря в приміщеннях і зовнішньому середовищі. Вони можуть використовуватися для створення високоточних систем контролю якості повітря, здатних забезпечувати детальний аналіз складових забруднення. Лазерні датчики часто використовуються в очищувачах повітря, системах вентиляції та фільтрації, а також у портативних приладах для моніторингу якості повітря.

Термохімічні датчики. Термохімічні датчики використовують термічні реакції для виявлення і вимірювання концентрації газів. Ці датчики базуються на принципі зміни температури чутливого елемента під дією певних газів. При контакті з газом відбувається екзотермічна або ендотермічна реакція, яка змінює температуру чутливого елемента, що, у свою чергу, змінює його електричний опір. Термохімічні датчики можуть бути дуже чутливими і використовуються для виявлення широкого спектру газів, але вони можуть вимагати складного калібрування і мають обмежену довговічність через термічні навантаження. Вони знаходять застосування в промислових системах моніторингу і контролю викидів.

2.2.2 Характеристики датчику якості повітря

Датчики якості повітря мають різні характеристики, які впливають на їх вибір та застосування. Основні характеристики для більшості датчиків включають діапазон вимірювання, точність, чутливість, стабільність, час відгуку та енергоспоживання. Розглянемо основні характеристики датчиків якості повітря на прикладі напівпровідникового датчика MQ135 [13].

Діапазон вимірювання визначає, які концентрації газів або часток датчик може виявляти. Наприклад, датчик MQ135 має діапазон вимірювання від 10ppm до 1000ppm для газів, таких як аміак (NH_3), оксиди азоту (NO_x), алкоголь, бензин, дим та вуглекислий газ (CO_2). Цей широкий діапазон

дозволяє використовувати датчик для моніторингу різних забруднювачів у повітрі. Діапазон вимірювання залежить від умов навколишнього середовища, таких як температура і вологість. Наприклад, за межами рекомендованих умов роботи точність датчика може суттєво знижуватися.

Датчик слід розміщувати на висоті, яка відповідає середньому рівню забруднення повітря у приміщенні. Наприклад, для кухні оптимальна висота може бути на рівні робочої поверхні або трохи вище, щоб вимірювання були найбільш репрезентативними. У більшості випадків датчик не потребує спеціального нахилу для коректної роботи. Важливо забезпечити, щоб навколо датчика була достатня циркуляція повітря для точного вимірювання параметрів. Уникання місць з прямим потоком повітря від вентиляційних систем або кондиціонерів є важливим для уникнення помилкових вимірювань. Датчик слід розміщувати в місцях, захищених від прямого контакту з водою, конденсатом або іншими рідинами. Також слід уникати встановлення датчика в місцях з високим рівнем пилу або бруду, що може вплинути на точність вимірювань.

Схема контактів датчика якості повітря показана нижче (Див. рис. 2.3).

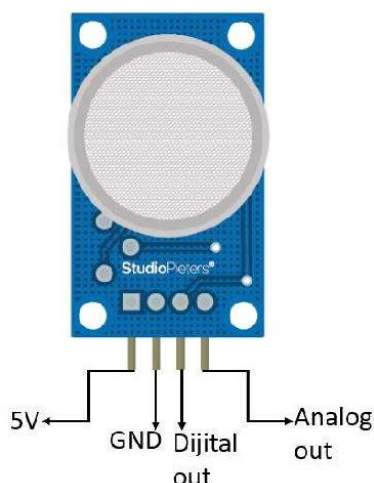


Рисунок 2.3 – Схема контактів датчика якості повітря

Pin1 (VCC): Це контакт джерела живлення 5В.

Pin2 (GND): Контакт заземлення.

Pin3 (DOUT): Цифровий вихідний контакт, який можна використовувати для передачі цифрового сигналу.

Pin4 (AOUT): Аналоговий вихідний контакт, через який передаються дані про концентрацію газу у вигляді аналогового сигналу.

Технічні характеристики датчика MQ135:

- діапазон робочої напруги: від 5В;
- споживана потужність: приблизно 800мВт;
- діапазон вимірювання: від 10ppm до 1000ppm для NH₃, NO_x, алкоголю, бензину, диму, CO₂;
- чутливість: висока чутливість до багатьох шкідливих газів;
- робочий струм: 150мА;
- час відгуку: менше 10 секунд;
- робоча температура: від -10°C до +50°C;
- тип виходу: аналоговий і цифровий вихід;
- розміри: приблизно 18мм у діаметрі та 17мм у висоту;
- інтерфейс зв'язку: аналоговий та цифровий.

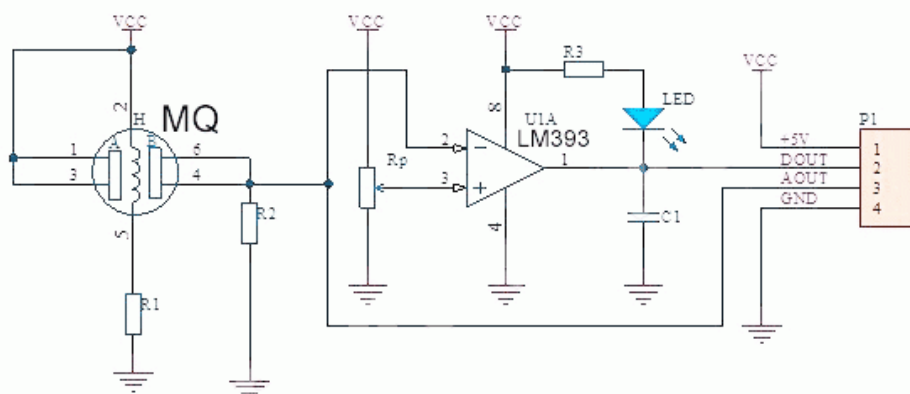


Рисунок 2.4 – Принципова схема датчика якості повітря

Принципова схема з документації датчика якості повітря MQ135 (див. рис. 2.4). Схема включає чутливий елемент (SnO₂), який змінює свою провідність у присутності газів, резистори для налаштування робочих

параметрів, операційний підсилювач LM393 для порівняння сигналу з порогом, та світлодіод для індикації перевищення порогової концентрації газу. Ця схема дозволяє передавати аналоговий та цифровий сигнали до мікроконтролера для подальшої обробки.

2.2.3 Переваги та недоліки датчиків якості повітря

Датчики якості повітря є невід'ємною частиною сучасних систем моніторингу навколишнього середовища, оскільки вони дозволяють точно визначати концентрацію різних забруднюючих речовин у повітрі. Основні переваги цих датчиків включають їх високу точність, чутливість до широкого спектра газів, швидкий час відгуку, простоту інтеграції та компактні розміри.

Сучасні датчики якості повітря, такі як MQ135, забезпечують високу точність вимірювань, що дозволяє ефективно контролювати рівень забруднення і вчасно вживати необхідних заходів для його зменшення. Вони також відзначаються високою чутливістю до різних газів, включаючи аміак, оксиди азоту, алкоголь, бензин, дим та вуглекислий газ. Наведений нижче графік показує чутливість водню, аміаку, толуолу та свіжого повітря за умови збереження інших параметрів постійними. Нижче наведені графіки з документації датчика [13].

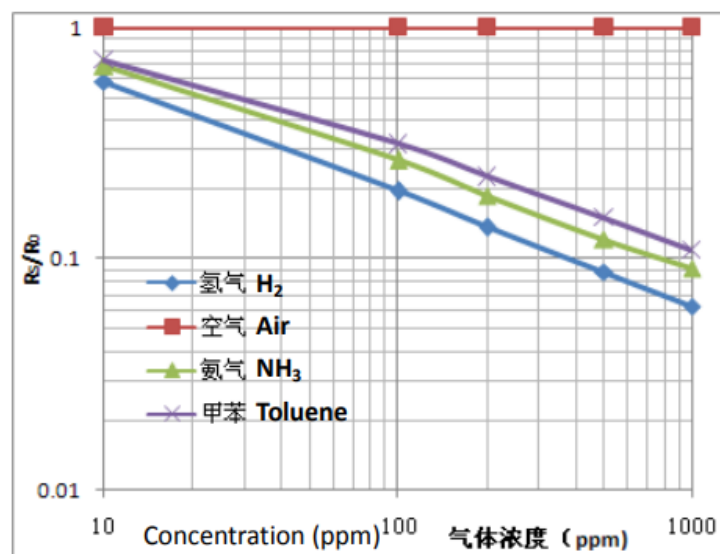


Рисунок 2.5 – Графік кривої чутливості

Завдяки цьому їх можна використовувати в різних середовищах, від побутових до промислових застосувань. Швидкий час відгуку датчиків забезпечує оперативне виявлення змін концентрації забруднювачів, що є критично важливим для систем вентиляції та кондиціонування, а також для інших систем, що потребують швидкого реагування на зміну якості повітря.

Простота інтеграції є ще однією важливою перевагою датчиків якості повітря. Вони легко підключаються до мікроконтролерів та інших систем, що дозволяє їх широко використовувати у різноманітних проектах. Наприклад, датчик MQ135 має як аналоговий, так і цифровий виходи, що робить його сумісним з багатьма пристроями. Компактні розміри датчиків дозволяють легко інтегрувати їх у портативні прилади та стаціонарні системи, що є зручним для використання в різних умовах.

Однак, як і будь-які інші технологічні рішення, датчики якості повітря мають свої недоліки. Одним із головних недоліків є обмежений термін служби, особливо для електрохімічних датчиків, які потребують регулярної заміни через витрату реагентів. Це може бути проблематичним у довгострокових проектах, де необхідна стабільна робота пристроїв.

Датчики також чутливі до умов навколишнього середовища, таких як висока вологість, пил і агресивні хімічні речовини, що може впливати на їх точність. Тому для забезпечення точності вимірювань необхідно додатково захищати датчики або проводити їх калібрування у складних умовах. Нижче наведена діаграма, яка показує графік продуктивності датчика якості повітря MQ135 при змінній вологості та температурі. Різні лінії показують продуктивність датчика для одного газу при різних рівнях вологості та температури повітря.

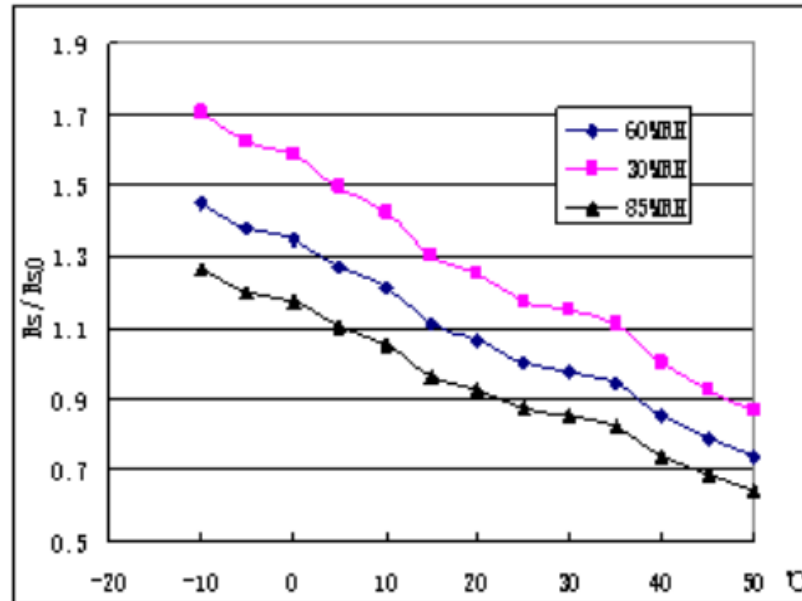


Рисунок 2.6 – Графік продуктивності при змінній вологості та температурі

Енергоспоживання є ще одним важливим аспектом, особливо для автономних систем. Деякі датчики, наприклад, напівпровідникові, можуть споживати значну кількість енергії, що може бути проблематичним для систем, що працюють від батарейок. Наприклад, датчик MQ135 споживає близько 800 мВт потужності.

Крім того, багато датчиків потребують регулярного калібрування для підтримки високої точності вимірювань. Це може бути трудомістким процесом, особливо в системах з великою кількістю датчиків. Вартість високоточних датчиків може бути значною, що збільшує загальну вартість системи. Вибір між ціною і характеристиками датчика є важливим аспектом при розробці систем моніторингу якості повітря.

2.3 Принцип роботи датчику руху

PIR датчик використовує піросенсор, який складається з двох або більше елементів з п'єзоелектричного матеріалу, що реагують на інфрачервоне випромінювання. PIR датчик є пасивним, оскільки він не випромінює жодного випромінювання для виявлення руху, а лише виявляє інфрачервоне випромінювання, що надходить від об'єктів.

Виявлення інфрачервоного випромінювання. Датчик складається з піросенсора та лінзи Френеля, яка фокусує інфрачервоне випромінювання на піросенсор. Коли теплий об'єкт (наприклад, людина) переміщується через зону дії датчика, змінюється рівень інфрачервоного випромінювання, що фокусується на піросенсор. Зміна інфрачервоного випромінювання призводить до різниці потенціалів між двома елементами піросенсора, що генерує електричний сигнал. Цей сигнал пропорційний зміні температури об'єкта в полі зору датчика.

Обробка сигналу. Зміни електричного сигналу, що генерується піросенсором, обробляються внутрішньою електронікою датчика. Цей сигнал підсилюється і фільтрується для зменшення шуму та хибних спрацьовувань. Якщо зміна сигналу відповідає виявленню руху, датчик генерує вихідний сигнал, який може використовуватися для активації інших пристроїв.

Математичні аспекти роботи PIR датчика. Піросенсор працює на основі зміни температури об'єкта в полі зору датчика. Основний математичний аспект роботи PIR датчика полягає у визначенні зміни інтенсивності інфрачервоного випромінювання.

Рівняння піроелектричного ефекту. Піроелектричний ефект описується рівнянням:

$$Q = p \cdot A \cdot \Delta T, \quad (2.5)$$

де Q – заряд, генерований піросенсором;

p – піроелектричний коефіцієнт;

A – площа піросенсора;

ΔT – зміна температури.

Формула для визначення сигналу. Вихідний сигнал V піросенсора визначається як:

$$V = \frac{Q}{C}, \quad (2.6)$$

де C – ємність піросенсора.

Температурна компенсація. Температура навколишнього середовища може впливати на чутливість датчика. Піросенсори чутливі до змін температури і можуть генерувати фоновий сигнал навіть без руху об'єктів. Для компенсації цього ефекту використовується фільтрація сигналу та алгоритми обробки даних, що дозволяють зменшити хибні спрацьовування.

Формула для температурної компенсації сигналу:

$$V_{comp} = V - a \cdot (T_{env} - T_{ref}), \quad (2.7)$$

де V_{comp} – компенсований сигнал;

a – температурний коефіцієнт;

T_{env} – температура навколишнього середовища;

T_{ref} – референсна температура.

Таким чином, PIR датчики руху забезпечують точне виявлення руху за допомогою виявлення змін в інфрачервоному випромінюванні. Формули та математичні моделі, що описують їх роботу, допомагають зрозуміти та оптимізувати роботу цих датчиків у різних умовах.

2.3.1 Види датчиків руху

PIR датчики. PIR датчики використовують інфрачервоне випромінювання для виявлення руху. Вони реагують на зміну температури у зоні дії, викликану рухом теплих об'єктів, таких як люди та тварини. PIR датчики складаються з піросенсора і лінзи Френеля, яка фокусує інфрачервоне випромінювання на сенсорі. Коли теплий об'єкт (наприклад, людина) переміщується через зону дії датчика, змінюється рівень інфрачервоного випромінювання, що фокусується на піросенсор. Зміна інфрачервоного випромінювання призводить до різниці потенціалів між двома елементами піросенсора, що генерує електричний сигнал. Цей сигнал обробляється внутрішньою електронікою датчика, підсилюється і фільтрується для зменшення шуму та хибних спрацьовувань. Якщо зміна сигналу відповідає

виявленню руху, датчик генерує вихідний сигнал, який може використовуватися для активації інших пристроїв.

Ультразвукові датчики. Ультразвукові датчики працюють за принципом виявлення змін у відбитому ультразвуковому сигналі. Вони випромінюють ультразвукові хвилі та аналізують відбитий сигнал для визначення наявності руху. Датчик випромінює ультразвукові хвилі, які відбиваються від об'єктів, і зміни у відбитому сигналі вказують на рух. Цей тип датчика часто використовується в системах безпеки, автоматичних дверях та промислових застосуваннях.

Мікрохвильові датчики. Мікрохвильові датчики використовують електромагнітні хвилі для виявлення руху. Вони випромінюють мікрохвильові сигнали і аналізують зміни у відбитому сигналі. Датчик випромінює мікрохвильові сигнали, які відбиваються від об'єктів. Зміни у відбитому сигналі вказують на рух, що дозволяє виявляти присутність об'єктів на великих відстанях. Мікрохвильові датчики використовуються в системах безпеки, автоматичних дверях та для моніторингу великих площ.

Комбіновані датчики. Комбіновані датчики поєднують технології кількох типів датчиків для підвищення точності і надійності виявлення руху. Наприклад, комбінація PIR та мікрохвильового датчика дозволяє зменшити кількість хибних спрацьовувань і підвищити точність. Комбіновані датчики використовують технології PIR, ультразвукових та мікрохвильових датчиків для забезпечення високої точності і надійності.

IR датчики. Інфрачервоні датчики використовують інфрачервоне випромінювання для виявлення руху. Вони виявляють зміну інфрачервоного випромінювання, випромінюваного об'єктами. Цей тип датчика часто використовується в системах автоматизації освітлення, безпеки та розумних будинках.

Існують також інші спеціалізовані типи датчиків руху, такі як лазерні датчики та відеоаналітичні системи, які використовують технології

машинного зору для виявлення руху. Ці датчики застосовуються у високоточних системах моніторингу та безпеки.

2.3.2 Характеристики датчику руху

Датчики руху мають різні характеристики, які впливають на їх вибір та застосування. Основні характеристики для більшості датчиків включають діапазон виявлення, чутливість, час відгуку, енергоспоживання та умови експлуатації. Розглянемо основні характеристики датчика руху на прикладі PIR датчика HC-SR501 [14].

Діапазон виявлення визначає, на якій відстані датчик може виявляти рух. Датчик HC-SR501 має діапазон виявлення до 7 метрів, що дозволяє використовувати його для моніторингу середніх за розміром приміщень. Діапазон виявлення може змінюватися в залежності від налаштувань чутливості та умов навколишнього середовища.

Чутливість датчика руху визначається його здатністю реагувати на невеликі зміни інфрачервоного випромінювання. HC-SR501 має регульовану чутливість, що дозволяє адаптувати його до різних умов середовища та потреб користувача. Чутливість налаштовується за допомогою потенціометра на платі датчика.

Час відгуку визначає, як швидко датчик реагує на виявлений рух. HC-SR501 має час відгуку, який можна налаштувати від 5 секунд до 5 хвилин. Це дозволяє налаштувати тривалість активації вихідного сигналу в залежності від конкретних вимог системи.

HC-SR501 є енергоефективним датчиком з робочим струмом близько 50мА. Низьке енергоспоживання є важливим фактором для автономних систем живлення, таких як батареї або акумулятори, що забезпечує тривалий час роботи без потреби в частій заміні джерела живлення.

HC-SR501 може працювати в широкому діапазоні температур від -15°C до $+70^{\circ}\text{C}$, що дозволяє використовувати його в різних кліматичних умовах.

Він також має високу стійкість до впливу пилу та вологи, що забезпечує стабільну роботу навіть у складних умовах навколишнього середовища.

Схема контактів датчика руху показана нижче (див. рис. 2.7).

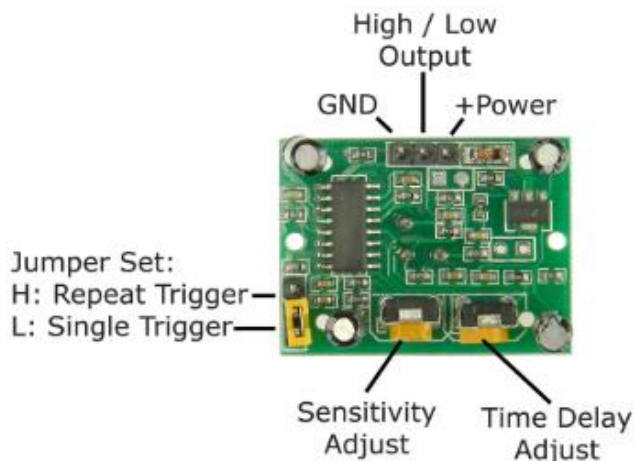


Рисунок 2.7 – Схема контактів датчика руху

Pin1 (GND): Контакт заземлення.

Pin2 (High/Low Output): Вихідний сигнал датчика.

Pin3 (+Power): Контакт джерела живлення.

Jumper Set. H (Repeat Trigger): Режим повторного спрацьовування. У цьому режимі вихідний сигнал залишається активним, поки виявляється рух.

L (Single Trigger): Режим одноразового спрацьовування. У цьому режимі вихідний сигнал активується лише один раз при виявленні руху і не повторюється, поки датчик не скидається.

Sensitivity Adjust: Налаштування чутливості. Це потенціометр, який дозволяє налаштувати чутливість датчика до руху. Висока чутливість дозволяє виявляти рух на більшій відстані, тоді як низька чутливість обмежує діапазон виявлення.

Time Delay Adjust: Налаштування затримки часу. Це потенціометр, який дозволяє налаштувати час затримки вихідного сигналу після виявлення руху. Час затримки може бути налаштований від 5 секунд до 5 хвилин.

Технічні характеристики датчика руху HC-SR501:

– діапазон робочої напруги: від 4.5В до 20В;

- споживана потужність: приблизно 65мВт;
- діапазон виявлення: до 7 метрів;
- чутливість: висока чутливість до руху в межах діапазону виявлення;
- робочий струм: приблизно 50мА;
- час відгуку: налаштовується від 5 секунд до 5 хвилин;
- робоча температура: від -15°C до $+70^{\circ}\text{C}$;
- тип виходу: цифровий вихідний сигнал;
- розміри: приблизно 32мм x 24мм;
- інтерфейс зв'язку: цифровий.

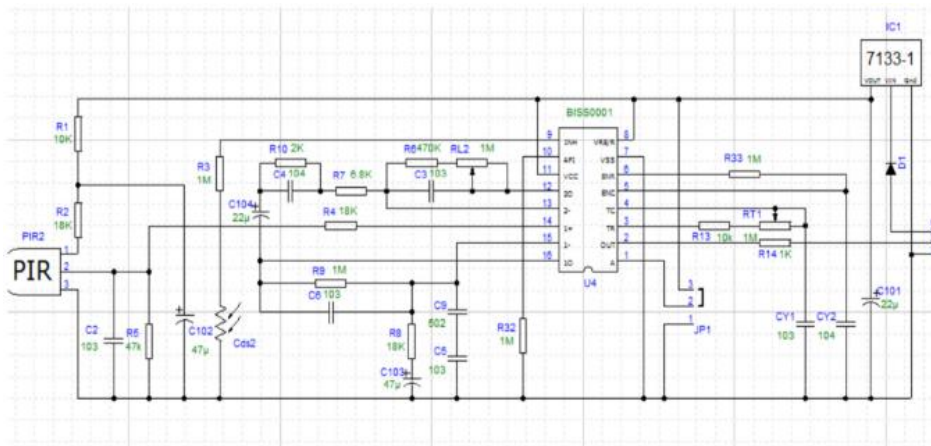


Рисунок 2.8 – Принципова схема датчика руху

Надана принципова схема з документації датчику руху (див. рис. 2.8). На схемі зображені основні компоненти та їхні з'єднання, що дозволяють датчику працювати. PIR сенсор є основним компонентом, який виявляє інфрачервоне випромінювання від теплих об'єктів, таких як люди чи тварини. Сигнали від сенсора підсилюються і фільтруються за допомогою транзисторів та інших пасивних компонентів, таких як резистори та конденсатори.

Резистори встановлюють рівень сигналу та налаштовують робочі параметри датчика, а конденсатори використовуються для фільтрації шуму та стабілізації сигналу. Центральний чіп BISS0001 обробляє сигнал від PIR

сенсора та керує вихідним сигналом. Потенціометри дозволяють налаштувати чутливість датчика та час затримки вихідного сигналу.

Стабілізатор напруги (7133-1) забезпечує стабільне живлення мікроконтролера та інших компонентів схеми. Дзампер дозволяє перемикатися між режимами одноразового та повторного спрацьовування. Діоди захищають схему від зворотної полярності, забезпечуючи додаткову надійність.

Ця схема показує, як різні компоненти співпрацюють для виявлення руху та генерації вихідного сигналу, який можна використовувати для активації інших пристроїв, таких як світильники або сигналізація.

2.3.3 Переваги та недоліки датчиків руху

Однією з головних переваг датчиків руху є їх висока чутливість до руху теплових об'єктів, таких як люди та тварини. PIR датчики, як HC-SR501, реагують на зміну інфрачервоного випромінювання, що робить їх ефективними для виявлення руху в приміщеннях і на відкритому повітрі. Завдяки високій чутливості вони можуть виявляти рух на відстані до 7 метрів з кутом огляду до 120 градусів, що дозволяє покривати великі площі. Ще однією важливою перевагою є низьке енергоспоживання. Датчики PIR використовують дуже мало енергії (приблизно 50 мА), що дозволяє їм працювати протягом тривалого часу на батарейному живленні. Це робить їх ідеальними для автономних систем і пристроїв з живленням від акумуляторів. Також слід відзначити простоту інтеграції таких датчиків у різні системи. Вони мають цифровий вихід, що полегшує їх підключення до мікроконтролерів та інших електронних пристроїв. Наявність налаштувань чутливості та часу затримки дозволяє гнучко адаптувати датчик до конкретних умов використання.

Попри свої переваги, датчики руху мають і певні недоліки. Один з основних недоліків – це схильність до хибних спрацьовувань, особливо у випадках, коли в зоні дії датчика відбуваються швидкі зміни температури або

руху об'єктів, які не є цільовими. Наприклад, потоки гарячого повітря від опалювальних пристроїв або рух тварин можуть викликати хибні сигнали.

Ще один недолік полягає в тому, що PIR датчики чутливі до умов навколишнього середовища. Наприклад, при надмірно високих або низьких температурах їх чутливість може змінюватися, що впливає на точність виявлення руху. Крім того, такі датчики не можуть виявляти рух крізь стіни або інші тверді перешкоди, що обмежує їх застосування в деяких ситуаціях.

Датчики руху також можуть вимагати регулярного технічного обслуговування та калібрування для підтримання їхньої точності та надійності. Неправильне налаштування чутливості або часу затримки може призвести до підвищеної кількості хибних спрацьовувань або недостатньої реакції на реальний рух.

2.4 Математичні моделі

Математичні моделі відіграють важливу роль у системах автоматизації та моніторингу, оскільки вони дозволяють аналізувати дані, приймати рішення та прогнозувати поведінку систем. У цьому підрозділі розглянемо три основні математичні моделі, які будуть використовуватися у майбутньому апаратно-програмному комплексі на базі ESP8266: моніторинг якості повітря, виявлення присутності людини та вимірювання температури і вологості.

Моніторинг якості повітря. Для моніторингу якості повітря широко використовуються датчики, такі як MQ135. Ці датчики вимірюють концентрацію різних газів у повітрі на основі зміни електропровідності матеріалу датчика. Математична модель для перетворення аналогового сигналу датчика в концентрацію газу дозволяє визначити рівень забруднення повітря.

Математична модель. Концентрація газу C виражається як функція опору датчика R :

$$C = a \left(\frac{R}{R_0} \right)^b, \quad (2.8)$$

де R – опір датчика;

R_0 – опір датчика в чистому повітрі;

a та b – константи, які залежать від типу газу.

Ця модель використовується для визначення концентрації різних газів, таких як аміак (NH_3), оксиди азоту (NO_x), вуглекислий газ (CO_2) тощо. Наприклад, для газу аміаку (NH_3) константи можуть бути такими:

$$C_{\text{NH}_3} = 0.2 \left(\frac{R}{R_0} \right)^{-1.5}, \quad (2.9)$$

де $a = 0.2$ і $b = -1.5$;

R_0 – опір датчика в чистому повітрі;

a та b – константи, які залежать від типу газу.

Виявлення присутності людини. Для виявлення присутності людини зазвичай використовуються PIR датчики, які реагують на зміну інфрачервоного випромінювання від теплих об'єктів. Математична модель для аналізу сигналу від піросенсора дозволяє визначити присутність або рух людини.

Математична модель. Сигнал від PIR датчика (S) можна представити як суму різниць енергії випромінювання в послідовні моменти часу:

$$S = \sum_{i=1}^N (E_i - E_{i-1}), \quad (2.10)$$

де E_i – значення енергії випромінювання в i -й момент часу.

R_0 – опір датчика в чистому повітрі;

a та b – константи, які залежать від типу газу.

Ця модель використовується для визначення концентрації різних газів, таких як аміак (NH_3), оксиди азоту (NO_x), вуглекислий газ (CO_2) тощо. Наприклад, для газу аміаку (NH_3) константи можуть бути такими:

Якщо S перевищує певний поріг T , це означає, що було виявлено рух:

Рух виявлено, якщо $S > T$.

Цей поріг може бути налаштований для зменшення хибних спрацьовувань та підвищення чутливості датчика. Використання цієї моделі дозволяє PIR датчикам, таким як HC-SR501, точно визначати присутність людини в зоні дії.

Вимірювання температури та вологості. Для вимірювання температури та вологості використовуються датчики, такі як DHT11, які вимірюють ці параметри за допомогою термістора і ємнісного сенсора відповідно.

Температурна модель. Температура вимірюється за допомогою термістора, опір якого змінюється з температурою. Відношення між опором термістора (R) і температурою (T) може бути виражене за допомогою рівняння Стейнхарта-Харта:

$$\frac{1}{T} = A + B \ln(R) + C(\ln(R))^3, \quad (2.11)$$

де A, B, C – константи для конкретного термістора.

Це рівняння дозволяє точно визначати температуру на основі вимірюного опору термістора.

Модель вологості. Відносна вологість вимірюється за допомогою ємнісного сенсора, який змінює свою ємність у залежності від вологості. Математична модель для перетворення ємності сенсора (C) в значення відносної вологості (RH) може бути виражена як:

$$RH = a + bC + cC^2, \quad (2.12)$$

де a, b, c – константи для конкретного сенсора.

Для конкретного DHT11 датчика рівняння може бути спрощено:

$$RH = 0.5 + 0.3C, \quad (2.13)$$

де $a = 0.5$ і $b = 0.3$.

Ці моделі дозволяють отримувати точні дані про температуру та вологість, що є критично важливим для забезпечення оптимальних умов у розумній кухні.

Застосування моделей в апаратно-програмних комплексах.

Використання описаних математичних моделей дозволяє підвищити точність і ефективність роботи апаратно-програмних комплексів на базі ESP8266. Розглянемо, як ці моделі можуть бути застосовані на практиці.

Моніторинг якості повітря. Використовуючи модель концентрації газів, система може автоматично визначати рівень забруднення і, при необхідності, активувати вентиляцію або інші заходи для покращення якості повітря.

Виявлення присутності людини. На основі моделі аналізу сигналу від піросенсора, система може автоматично вмикати освітлення, коли виявляється рух, і вимикати його, коли руху немає. Це дозволяє зекономити електроенергію та підвищити комфорт користувачів.

Вимірювання температури та вологості. Використовуючи моделі вимірювання температури та вологості, система може контролювати ці параметри і автоматично регулювати кліматичні умови, наприклад, вмикати кондиціонер або зволожувач повітря.

Математичні моделі для моніторингу якості повітря, виявлення присутності людини та вимірювання температури і вологості є ключовими компонентами апаратно-програмних комплексів на базі ESP8266. Вони дозволяють підвищити точність і ефективність роботи системи, забезпечуючи надійний моніторинг і управління різними параметрами. Використання таких моделей дозволяє створювати інтелектуальні системи, які можуть автоматично реагувати на зміни в навколишньому середовищі, забезпечуючи комфорт і безпеку користувачів.

2.5 Блок-схеми алгоритмів дій комплексу та їх опис

Розробка блок-схем алгоритмів дій комплексу є важливим етапом у створенні апаратно-програмного комплексу моніторингу та керування розумною кухнею на базі ESP8266. Блок-схеми дозволяють візуалізувати логіку роботи системи, визначити послідовність виконання дій і взаємодію

між компонентами. У цьому підрозділі розглянемо основні блок-схеми алгоритмів дій комплексу та їх опис.

Блок-схема основного алгоритму роботи системи. Основний алгоритм роботи системи складається з кількох ключових етапів: ініціалізації, збору даних з датчиків, обробки даних, прийняття рішень і виконання дій. Нижче наведена блок-схема основного алгоритму роботи системи (див. рис. 2.9).



Рисунок 2.9 – Блок-схема основного алгоритму роботи системи

– ініціалізація системи: На цьому етапі виконується підготовка всіх компонентів системи до роботи, включаючи встановлення з'єднання з датчиками, налаштування мережевих параметрів для ESP8266, та ініціалізація інтерфейсу користувача.

- збір даних з датчиків: Система отримує дані з різних датчиків, таких як датчики температури, вологості, якості повітря, диму та інших. Ці дані передаються до мікроконтролера ESP8266 для подальшої обробки;
- обробка даних: Зібрані дані аналізуються для визначення поточного стану навколишнього середовища. Наприклад, якщо рівень газу перевищує встановлений поріг, система фіксує це як небезпечну ситуацію;
- прийняття рішень: На основі оброблених даних система приймає рішення щодо подальших дій. Наприклад, якщо виявлено високий рівень диму, система може активувати тривогу і включити вентиляцію;
- виконання дій: Система виконує необхідні дії відповідно до прийнятих рішень. Це може включати увімкнення/вимкнення пристроїв, надсилання сповіщень користувачу, або запуск алгоритмів автоматичного керування.

Блок-схема алгоритму моніторингу температури та вологості. Алгоритм моніторингу температури та вологості є важливим компонентом системи, оскільки ці параметри мають вирішальне значення для безпеки та комфорту на кухні. Нижче наведена блок-схема цього алгоритму (див. рис. 2.10).



Рисунок 2.10 – Блок-схема алгоритму моніторингу температури та вологості

- збір даних з датчика: Система отримує поточні значення температури та вологості з датчика;
- обробка даних: Зібрані дані аналізуються для визначення, чи перевищують вони встановлені пороги;
- температура вища за порог: Якщо температура перевищує заданий поріг, система вмикає охолодження для зниження температури до безпечного рівня;
- вологість вища за порог: Якщо вологість перевищує заданий поріг, система вмикає вентиляцію для зниження вологості до комфортного рівня.

Блок-схема алгоритму управління якістю повітря. Алгоритм управління якістю повітря відповідає за виявлення небезпечних концентрацій газів та прийняття відповідних заходів. Нижче наведена блок-схема цього алгоритму (див. рис. 2.11).



Рисунок 2.11 – Блок-схема алгоритму управління якістю повітря

- збір даних з датчика MQ135: Система отримує поточні значення концентрації газів з датчика MQ135;
- обробка даних: Зібрані дані аналізуються для визначення, чи перевищують вони встановлені пороги безпеки;
- значення газу вище за порог: Якщо концентрація газу перевищує заданий поріг, система активує тривогу і вмикає вентиляцію для швидкого видалення забрудненого повітря.

Блок-схема алгоритму роботи датчика руху з інтеграцією в систему на базі ESP8266 та відправкою повідомлень у додаток (див. рис. 2.12).

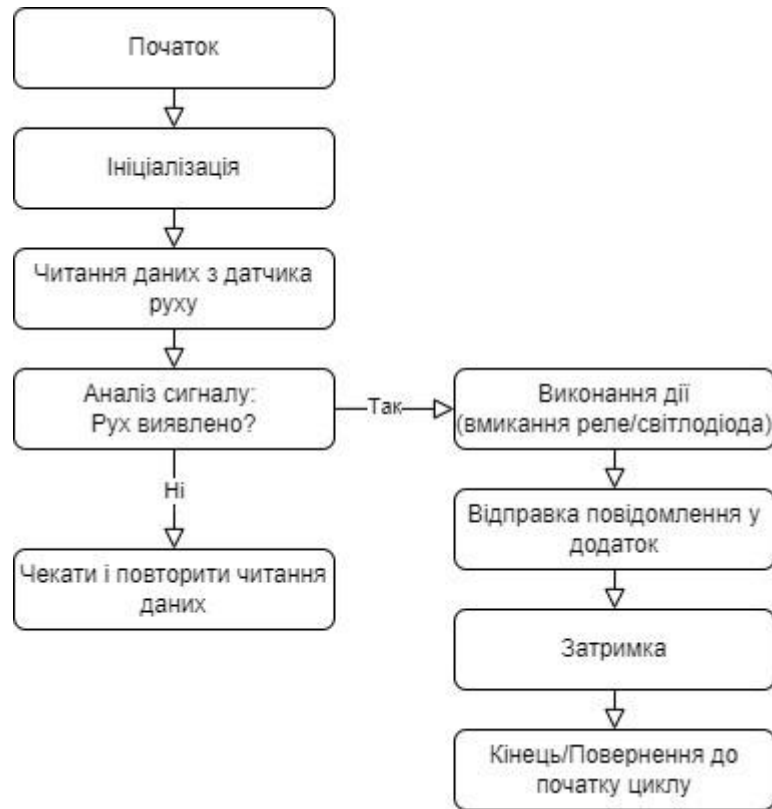


Рисунок 2.12 – Блок-схема алгоритму роботи датчика руху

- початок: Ініціалізація процесу роботи алгоритму;
- ініціалізація: Налаштування піна, до якого підключений датчик руху, а також будь-яких змінних або параметрів, які будуть використовуватися в алгоритмі;
- читання даних з датчика: Зчитування вихідного сигналу з датчика HC-SR501. Це сигнал, який визначає, чи було виявлено рух (HIGH/LOW);
- аналіз сигналу: Перевірка стану сигналу з датчика. Якщо сигнал HIGH (рух виявлено), переходити до блоку «Виконання дії». Якщо сигнал LOW (рух не виявлено), переходити до блоку «Чекати і повторити читання даних»;
- виконання дії: Якщо рух виявлено, виконуються певні дії, такі як ввімкнення реле, світлодіода або інших виконавчих механізмів;
- відправка повідомлення в додаток: Відправка повідомлення в додаток про виявлення руху;

- затримка: Введення затримки для запобігання брязку і стабілізації системи перед повторним читанням даних;
- кінець: Завершення поточного циклу і повернення до початку для наступного циклу зчитування даних.

Ця блок-схема описує процес роботи датчика руху HC-SR501, включаючи всі необхідні етапи для виявлення руху, виконання відповідних дій та відправки повідомлення в додаток.

Висновки до розділу 2

У другому розділі кваліфікаційної роботи були розглянуті математичні методи та засоби комплексу, що використовуються для моніторингу та керування розумною кухнею на базі ESP8266. Основна увага була приділена розробці та обґрунтуванню математичних моделей, що застосовуються для вимірювання температури, вологості, якості повітря та виявлення присутності людини. Кожна з цих моделей грає ключову роль у забезпеченні ефективної роботи апаратно-програмного комплексу.

Дослідження показало, що правильний вибір і налаштування датчиків, а також використання ефективних математичних моделей і алгоритмів, є ключовими факторами для успішного функціонування апаратно-програмного комплексу розумної кухні. Впровадження таких систем дозволяє значно підвищити рівень автоматизації та комфорту в побуті, забезпечуючи ефективний моніторинг і управління різними аспектами кухонного середовища.

3 АПАРАТНО-ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Вибір та обґрунтування використаних датчиків та виконавчих пристроїв

При створенні розумної кухні на базі ESP8266 було вирішено використовувати різноманітні датчики та виконавчі пристрої для забезпечення моніторингу і автоматизації. Кожен компонент був вибраний з урахуванням специфічних вимог проекту, таких як точність, надійність, простота інтеграції, енергоефективність та вартість.

ESP8266 (WeMos D1). ESP8266 є основним мікроконтролером, який використовується для збирання даних від датчиків і керування виконавчими пристроями. WeMos D1 – це плата розробки, яка базується на модулі ESP8266 і забезпечує простий спосіб інтеграції з різними компонентами. ESP8266 підтримує Wi-Fi, що дозволяє з'єднуватися з інтернетом і віддалено керувати системою через платформи, такі як Blynk [15].

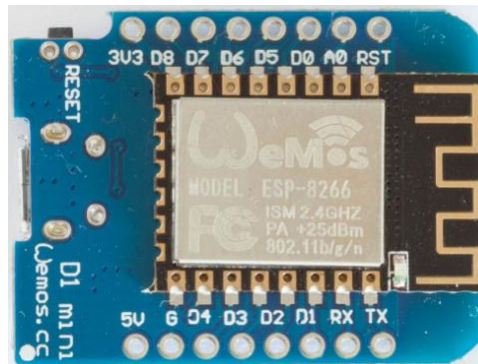


Рисунок 3.1 – Модуль ESP8266

ESP8266 є вибором завдяки своїй високій продуктивності та можливості бездротового зв'язку, що робить його ідеальним для проектів IoT. WeMos D1 має достатньо обчислювальної потужності для обробки даних з декількох датчиків одночасно, а також для керування виконавчими пристроями.

Характеристики WeMos D1:

Апаратно-програмний комплекс моніторингу та керування розумною кухнею на базі ESP8266

- процесор: 32-бітний Tensilica L106;
- тактова частота: 80МГц (може бути розігнана до 160МГц);
- пам'ять: 32кбайт RAM і 64кбайт інструкційної пам'яті;
- Wi-Fi: 802.11 b/g/n;
- живлення: 3.3В.

Конфігурація контактів ESP8266 показана нижче (див. рис. 3.2). Функції кожного контакту обговорюються нижче [16].

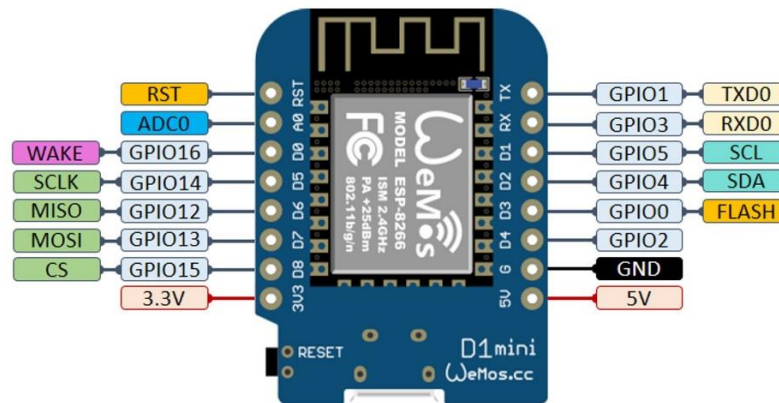


Рисунок 3.2 – Конфігурація пінів ESP8266

Конфігурація пінів для плати WeMos D1:

- 3.3В: Це пін для живлення плати та компонентів, що потребують напругу 3.3В;
- 5В: Пін для живлення плати та компонентів, що потребують напругу 5В;
- GND: Контакт заземлення;
- RST: Пін для перезавантаження мікроконтролера;
- ADC0: Аналоговий вхід (A0) для зчитування аналогових сигналів;
- GPIO16 (D0): Вхід/вихід загального призначення (використовується також для пробудження);

- GPIO14 (D5): Вхід/вихід загального призначення (SCLK для SPI);
- GPIO12 (D6): Вхід/вихід загального призначення (MISO для SPI);
- GPIO13 (D7): Вхід/вихід загального призначення (MOSI для SPI);
- GPIO15 (D8): Вхід/вихід загального призначення (CS для SPI);
- GPIO3 (RX0): Вхід/вихід загального призначення або UART прийом даних;
- GPIO1 (TX0): Вхід/вихід загального призначення або UART передача даних;
- GPIO5 (D1): Вхід/вихід загального призначення (SCL для I2C);
- GPIO4 (D2): Вхід/вихід загального призначення (SDA для I2C);
- GPIO0 (D3): Вхід/вихід загального призначення;
- GPIO2 (D4): Вхід/вихід загального призначення (використовується також для вбудованого світлодіода);
- GPIO10 (SD3): Зарезервований контакт;
- GPIO9 (SD2): Зарезервований контакт;
- GPIO8 (SD1): Зарезервований контакт;
- GPIO7 (SD0): Зарезервований контакт;
- GPIO6 (SDCMD): Зарезервований контакт.

Ці контакти забезпечують багатofункціональність плати WeMos D1, дозволяючи підключати різні датчики та виконавчі пристрої для створення комплексних систем автоматизації та моніторингу [17].

Для вимірювання температури та вологості був обраний датчик DHT11 (див. рис. 3.3). Цей датчик є популярним серед розробників завдяки своїй простоті використання і надійності. DHT11 дозволяє вимірювати температуру з точністю $\pm 2^{\circ}\text{C}$ та вологість з точністю $\pm 5\% \text{ RH}$. Він використовує термістор для визначення температури та ємнісний сенсор для вимірювання вологості. Цей датчик передає дані у вигляді цифрового сигналу до мікроконтролера ESP8266, що дозволяє легко обробляти та використовувати ці дані для автоматизації.

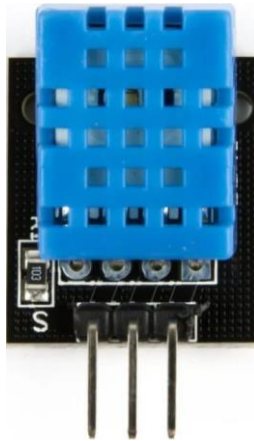


Рисунок 3.3 – Датчик температури та вологості DHT11

Датчик якості повітря MQ135 був вибраний для моніторингу концентрації різних газів у повітрі (див. рис. 3.4). MQ135 здатний виявляти гази, такі як аміак (NH_3), оксиди азоту (NO_x), алкоголь, бензин, дим та вуглекислий газ (CO_2). Висока чутливість до цих газів робить MQ135 ідеальним вибором для контролю якості повітря в кухні. Датчик використовує зміну електропровідності свого матеріалу для вимірювання концентрації газів, а його широкий діапазон вимірювання дозволяє виявляти навіть невеликі концентрації забруднюючих речовин.



Рисунок 3.4 – Датчик якості повітря MQ135

Для виявлення руху в кухні було обрано датчик HC-SR501 (див. рис. 3.5). Це PIR датчик, який реагує на інфрачервоне випромінювання від рухомих об'єктів. HC-SR501 є надійним і енергоефективним, що робить його ідеальним для використання в системах домашньої автоматизації. Датчик має

простий інтерфейс і легко інтегрується з ESP8266, що дозволяє автоматизувати такі дії, як увімкнення світла при виявленні руху.



Рисунок 3.5 – Датчик виявлення руху HC-SR501

Виконавчі пристрої. Реле були вибрані як основні виконавчі пристрої для керування високовольтними приладами на кухні. Реле забезпечують електричну ізоляцію між низьковольтною частиною (ESP8266) та високовольтними приладами, що забезпечує безпеку системи. Вони легко керуються цифровими сигналами з мікроконтролера, що дозволяє вмикати і вимикати різні кухонні прилади, такі як освітлення, вентилятори або нагрівачі.

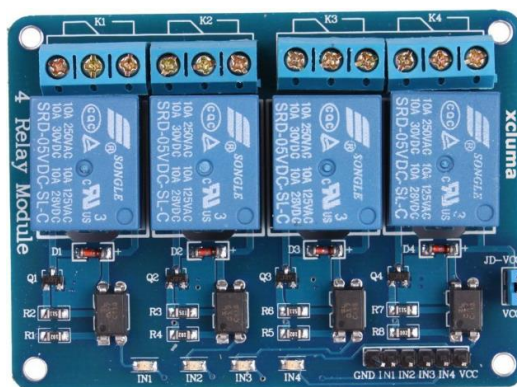


Рисунок 3.6 – Чотирьох-канальний релейний модуль

Світлодіоди використовуються для індикації стану системи. Вони є енергоефективними та простими у використанні. Світлодіоди інтегруються з мікроконтролером і можуть використовуватися для надання візуального

зворотного зв'язку користувачу, наприклад, індикатор активності датчика руху або рівня якості повітря.

OLED-дисплей 0.96" був обраний для відображення даних, зібраних з датчиків, у реальному часі. Цей дисплей забезпечує високу контрастність і низьке енергоспоживання, що робить його ідеальним для використання в автономних системах. Він підключається до ESP8266 через I2C інтерфейс, що спрощує процес інтеграції. OLED-дисплей дозволяє відображати важливу інформацію, таку як температура, вологість, рівень якості повітря, а також статуси системи. Це покращує взаємодію користувача з системою, надаючи наочний спосіб моніторингу даних у реальному часі.



Рисунок 3.7 – OLED-дисплей

Активний динамік на 5В був доданий до системи для забезпечення звукової індикації про певні події, такі як перевищення допустимих рівнів газів або виявлення руху. Активний динамік підключається до ESP8266 через цифровий вихід і легко керується програмним забезпеченням. Динамік є важливим компонентом для забезпечення безпеки, оскільки він надає звукові попередження у разі виявлення небезпечних умов. Це дозволяє користувачам своєчасно реагувати на потенційні загрози, покращуючи загальну безпеку системи.



Рисунок 3.8 – Активний динамік

Вибір та обґрунтування використаних датчиків та виконавчих пристроїв для розумної кухні на базі ESP8266 базувався на критеріях точності, надійності, простоти використання, енергоефективності та вартості. Вибрані датчики та виконавчі пристрої забезпечують ефективну роботу системи та дозволяють моніторити та керувати різними аспектами кухонного середовища. Інтеграція цих компонентів у єдину систему на базі ESP8266 дозволяє досягти високого рівня автоматизації та комфорту, забезпечуючи при цьому безпеку та енергоефективність.

3.2 Побудова макетної схеми пристрою

Перед початком створення прототипу в дизайнерському середовищі Fritzing була розроблена принципова схема. Fritzing – це широко використовувана програмна платформа з відкритим вихідним кодом, розроблена для електронного прототипування та проектування схем. Платформа забезпечує повний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, який дозволяє користувачам створювати та тестувати електронні схеми за допомогою візуальних представлень. Програмне забезпечення надає велику бібліотеку електронних компонентів, включаючи мікроконтролери, датчики, виконавчі механізми та безліч інших компонентів, які можна легко розмістити на віртуальній платі. З'єднання між компонентами можна встановити та перевірити, а поведінку схеми можна змодельовати для тестування. Після

успішного монтажу всіх необхідних для комплексу компонентів була розроблена схема прототипу (див. рис. 3.8).

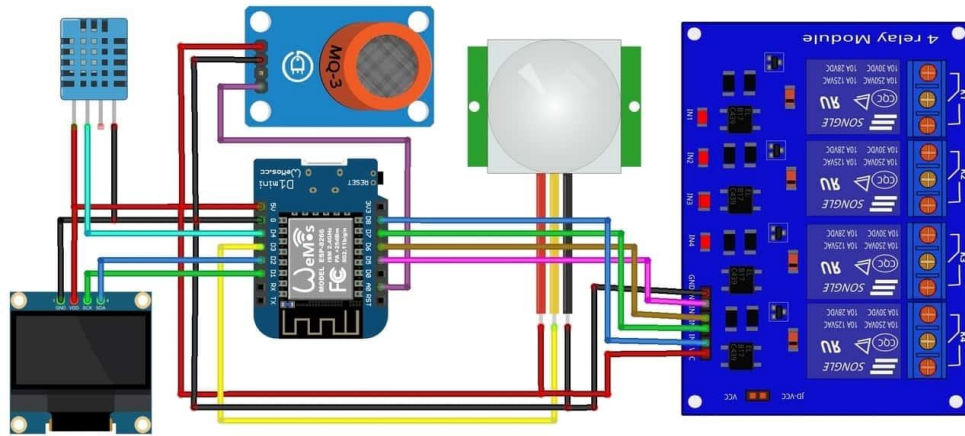


Рисунок 3.8 – Макетна схема прототипу

Оскільки ми використовуємо 4-канальне реле, решту можна підключити до кухонних приладів, таких як змішувач, холодильник, духовка, водонагрівач, індукція тощо. Простий 0,96-дюймовий OLED дисплей може відображати кімнатну температуру, вологість і значення газу в реальному часі. Серцем і мозком цього проекту є плата WeMos D1 ESP8266. Мікросхема ESP8266 підключається до мережі WiFi і встановлює з'єднання з додатком.

3.3 Розробка схеми підключення компонентів до ESP8266

Після створення макетної схеми було розпочато конструювання прототипу апаратно-програмного комплексу для моніторингу та керування розумною кухнею.

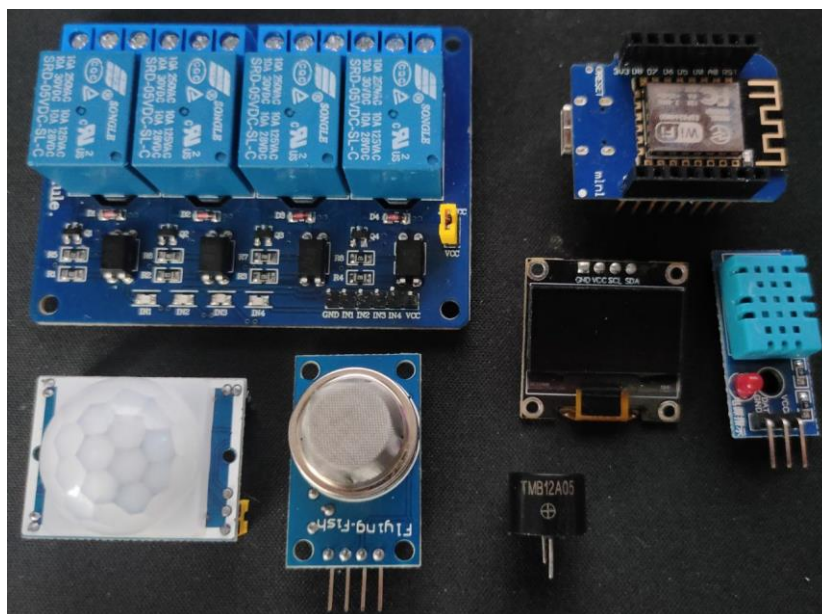


Рисунок 3.9 – Компоненти комплексу

Були зібрані основні компоненти апаратно-програмного комплексу для початку роботи.

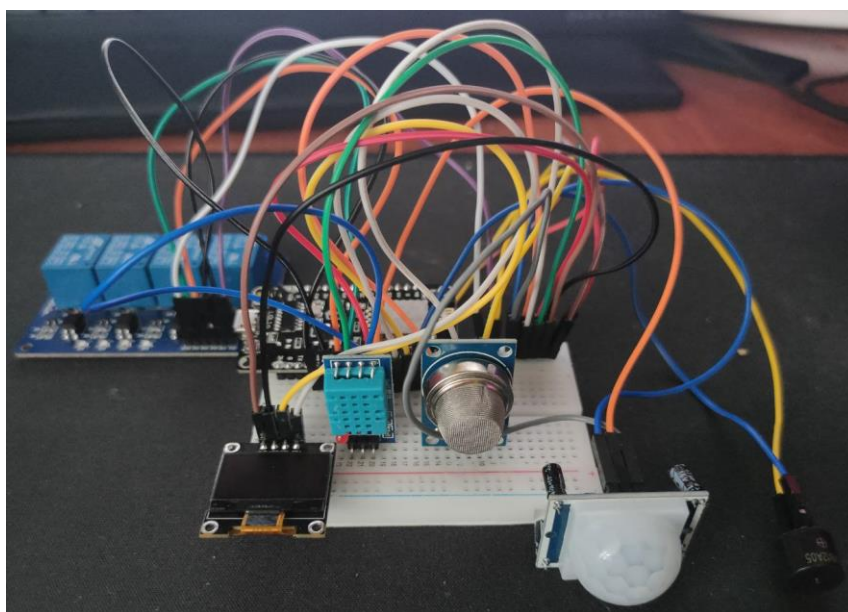


Рисунок 3.10 – Результат підключення усіх компонентів до плати WeMos D1

Використовуючи наведену висше макетну схему було зібрано прототип комплексу. Контакти OLED-дисплея SDA та SCL були під'єднані до контактів Wemos D2 та D1. Подібним чином були під'єднані вихід DHT11, MQ-135 і датчика PIR до контактів D4, A0 і D3 Wemos. Для системи сигналізації був

підключений активний динамік до контакту D0 Wemos. Для керування побутовою технікою був використаний 4-канальний релейний модуль. Вхідний контакт реле був підключений до D5, D6, D7 і D8 Wemos.

3.4 Програмування пристрою

Після розробки схеми підключення компонентів до ESP8266 наступним етапом є програмування пристрою. Цей процес включає написання коду для збору даних з датчиків, обробки цих даних та відправлення результатів на OLED дисплей і мобільний додаток Blynk [18]. Також включає програмування алгоритмів для керування релейними модулями та сигналізацією.

Для початку роботи потрібно налаштувати програму Blynk для отримання даних з ESP8266. Blynk – це застосунок, який працює на пристроях Android та IOS для моніторингу будь-якої програми на основі IoT за допомогою смартфонів [19]. Це дозволяє створити свій графічний інтерфейс користувача для програми IoT. Тут будуть відображатися дані про кімнатну температуру, вологість і якість повітря, також буде запроваджено керування кухонними приладами. Після встановлення застосунку та реєстрації в ньому можна починати роботу.

На інформаційній панелі було створено новий проект і обрано необхідні нам налаштування, а саме тип девайсу (NodeMCU Board) та спосіб підключення (Wifi Connection).

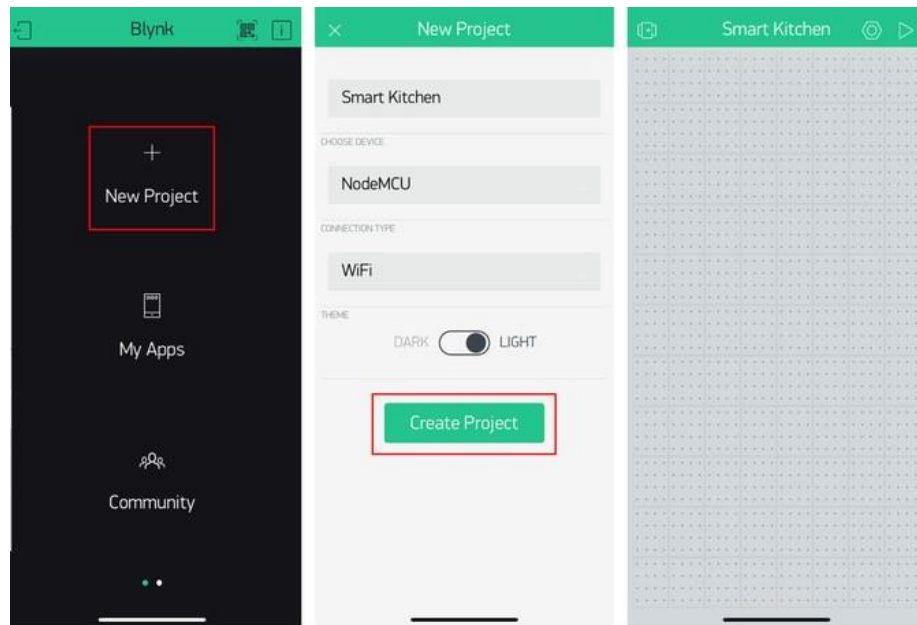


Рисунок 3.11 – Створення нового проекту в застосунку Blynk

Після було додано кнопки стилю та індикатори з списку віджетів.

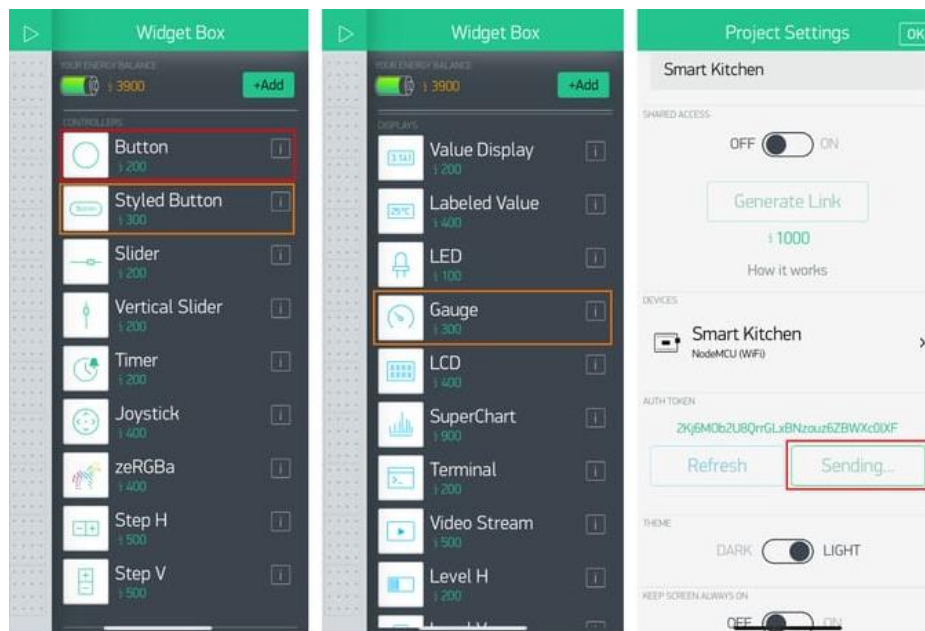


Рисунок 3.12 – Додавання необхідних віджетів в застосунку Blynk

Було призначено та названо три змінні, а саме температура, вологість і значення індексу якості повітря.

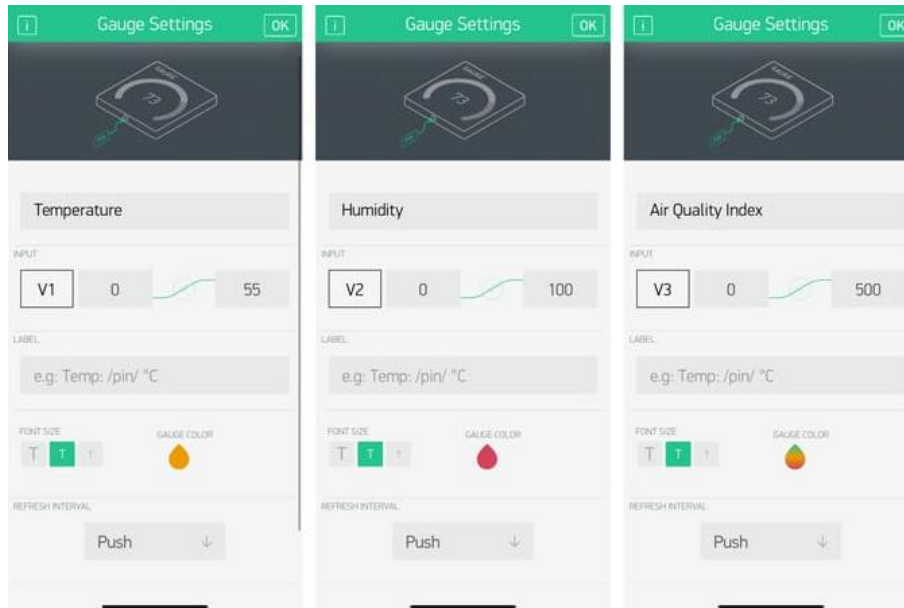


Рисунок 3.13 – Створення змінних основних показників в застосунку Blynk

Подібним чином були призначені 3 змінні для кнопки та 2 змінні для кнопки зі стилем.

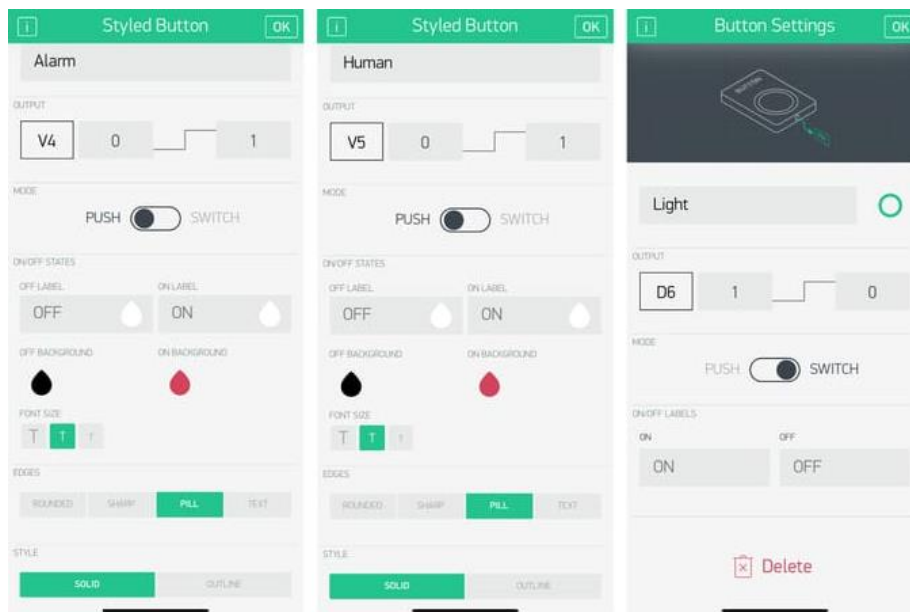


Рисунок 3.14 – Створення змінних подій та кнопок в застосунку Blynk

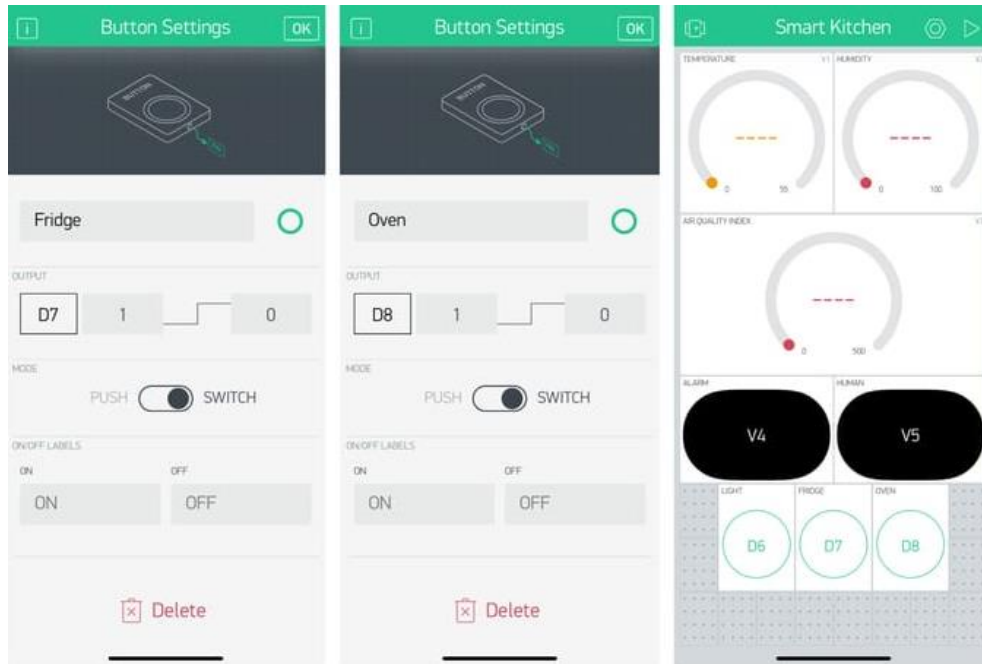


Рисунок 3.15 – Створення змінних подій та кнопок в застосунку Blynk

Після усіх налаштувань отримуємо код автентифікації поштою. Копіюємо цей код автентифікації, він буде використаний у коді.

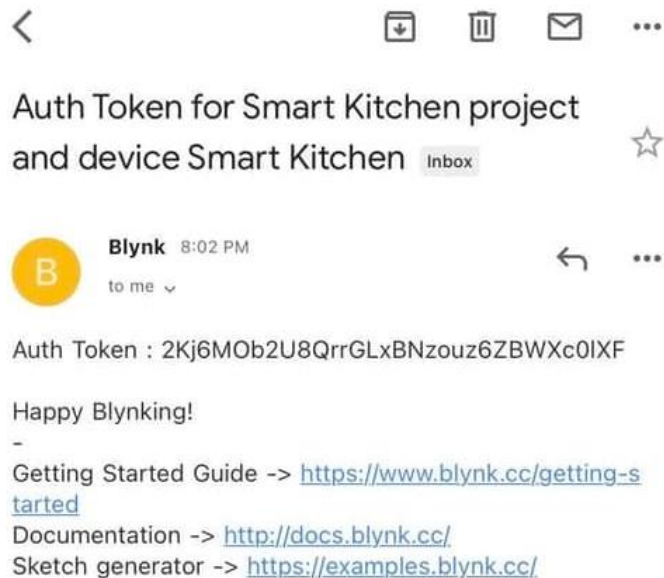


Рисунок 3.16 – Отримання коду автентифікації поштою

Перш ніж перейти до частини коду, розглянемо наступні бібліотеки в Arduino IDE, що були додані [20].

- бібліотека DHT11 використовується для роботи з датчиками температури та вологості серії DHT (DHT11, DHT22). Вона забезпечує простий інтерфейс для ініціалізації датчика, зчитування та обробки даних про температуру та вологість;
- бібліотека MQ-135 призначена для роботи з датчиком якості повітря MQ-135. Вона дозволяє зчитувати аналогові значення, калібрувати датчик та перетворювати ці значення у концентрації газів (ppm);
- бібліотека Adafruit GFX – потужний інструмент для роботи з графічними дисплеями. Вона підтримує малювання тексту, форм, зображень на різних типах дисплеїв, включаючи OLED та TFT;
- бібліотека Adafruit SSD1306 спеціально розроблена для роботи з OLED дисплеями з контролером SSD1306. Вона підтримує ініціалізацію дисплея, відображення тексту та графіки, а також керування яскравістю дисплея;
- бібліотека Blynk ESP8266 використовується для інтеграції мікроконтролера ESP8266 з додатком Blynk. Вона забезпечує функції підключення до Wi-Fi, обмін даними між мікроконтролером та додатком, а також дозволяє керувати пристроями через віртуальні піни.

Підключення необхідних бібліотек, що забезпечує роботу з усіма компонентами системи:

```
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include «MQ135.h»
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <DHT.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
```

Рисунок 3.17 – Підключення необхідних бібліотек

- ESP8266WiFi.h та BlynkSimpleEsp8266.h: для підключення до Wi-Fi та інтеграції з додатком Blynk;
- SPI.h та Wire.h: для комунікації з периферійними пристроями;
- MQ135.h: для роботи з датчиком якості повітря MQ-135;
- Adafruit_Sensor.h, DHT.h, Adafruit_GFX.h та Adafruit_SSD1306.h: для роботи з датчиком DHT11 та OLED дисплеєм.

Після додавання всіх бібліотек необхідно встановити з'єднання Wi-Fi та з'єднання Blynk із платою Wemos. Основним кроком у налаштуванні Wi-Fi та Blynk є оголошення змінних для зберігання аутентифікаційного токена Blynk, SSID (ім'я Wi-Fi мережі) та пароля. Ці змінні використовуються для підключення ESP8266 до бездротової мережі та забезпечення зв'язку з сервером Blynk:

```
char auth[] = "8P9hrY1z_tBpsCU85WEEHyc1_04q4-yf";  
char ssid[] = "TP-LINK_C16C";  
char pass[] = "69356308";
```

Рисунок 3.18 – Змінні для підключення до Wi-Fi та серверу Blynk

Наступним етапом є налаштування дисплея та датчиків. Дисплей та датчики ініціалізуються наступним чином:

```
#define SCREEN_WIDTH 128
#define SCREEN_HEIGHT 64
#define OLED_RESET -1
#define DHTTYPE DHT11
#define DHTPIN D4
#define relay_fan D5
#define relay_light D6
#define relay_fridge D7
#define relay_oven D8
#define buzzer_alarm D0
#define pir_human D3
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RESET);
```

Рисунок 3.19 – Ініціалізація дисплею та датчиків

Ініціалізація компонентів у функції `setup()`. Функція `setup()` виконує початкове налаштування всіх компонентів, включаючи підключення до Wi-Fi, ініціалізацію датчиків та дисплея, а також налаштування пінів для керування реле та бузером:

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  dht.begin();
  display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
  pinMode(pir_human, INPUT);
  pinMode(buzzer_alarm, OUTPUT);
  pinMode(relay_fan, OUTPUT);
  pinMode(relay_light, OUTPUT);
  pinMode(relay_fridge, OUTPUT);
  pinMode(relay_oven, OUTPUT);
  digitalWrite(buzzer_alarm, LOW);
  digitalWrite(relay_fan, HIGH);
  digitalWrite(relay_light, HIGH);
  digitalWrite(relay_fridge, HIGH);
  digitalWrite(relay_oven, HIGH);
  delay(100);}
}
```

Рисунок 3.20 – Функція ініціалізації компонентів `setup`

Наступним є функція `loop()`, яка являє собою основний цикл програми, що виконується безперервно після завершення ініціалізації у функції `setup()`. У цій функції відбувається постійне збирання даних з датчиків, обробка цих даних, відправлення їх на дисплей і мобільний додаток `Blynk`, а також управління виконавчими пристроями на основі цих даних.

Опис коду функції `loop()`:

```
Blynk.run();
```

Рисунок 3.21 – Запуск `Blynk`

Цей виклик забезпечує виконання всіх завдань, необхідних для зв'язку з сервером `Blynk` та обробки подій у реальному часі.

```
MQ135 gasSensor = MQ135(A0);  
float air_quality = gasSensor.getPPM();  
float t = dht.readTemperature();  
float h = dht.readHumidity();  
pir_status = digitalRead(pir_human);  
alarm_status = digitalRead(buzzer_alarm);
```

Рисунок 3.22 – Збирання даних з датчиків

- `MQ135` зчитує якість повітря і повертає значення в ppm;
- `dht.readTemperature()` і `dht.readHumidity()` зчитують температуру і вологість відповідно;
- `digitalRead(pir_human)` зчитує стан датчика руху;
- `digitalRead(buzzer_alarm)` зчитує стан активного динаміка.

```
if (pir_status == 1) {  
    Serial.println(«Person Detected»);  
} else {  
    Serial.println(«No One in Room»);  
}
```

Рисунок 3.23 – Обробка даних з датчика руху

Виводить на серійний монітор повідомлення про виявлення або відсутність руху.

```
if (air_quality > 15000) {
    digitalWrite(buzzer_alarm, HIGH);
    digitalWrite(relay_fan, LOW);
    Serial.println(«Buzzer Status: ON»);
    Serial.println(«Exhaust Fan: ON»);
} else {
    digitalWrite(buzzer_alarm, LOW);
    digitalWrite(relay_fan, HIGH);
    Serial.println(«Buzzer Status: OFF»);
    Serial.println(«Exhaust Fan: OFF»);
}
```

Рисунок 3.24 – Обробка даних з датчика якості повітря

Якщо якість повітря погана (значення більше 15000ppm), активується динамік та включається витяжка. Інакше, активний динамік та витяжка вимикаються.

```
Serial.print(«Air Quality: «);
Serial.print(air_quality);
Serial.println(« PPM»);
Serial.print(«Temperature: «);
Serial.print(t);
Serial.println(« *C»);
Serial.print(«Humidity: «);
Serial.print(h);
Serial.println(« %»);
Serial.println();
Serial.println(«*****»);
Serial.println();
```

Рисунок 3.25 – Виведення даних на серійний монітор

Цей блок коду виводить значення якості повітря, температури та вологості на серійний монітор для зручності моніторингу та відлагодження.

```
Blynk.virtualWrite(V1, t);  
Blynk.virtualWrite(V2, h);  
Blynk.virtualWrite(V3, air_quality);  
Blynk.virtualWrite(V4, alarm_status);  
Blynk.virtualWrite(V5, pir_status);
```

Рисунок 3.26 – Відправка даних на Blynk

Дані відправляються до віртуальних пінів у додатку Blynk, що дозволяє користувачеві переглядати їх на своєму смартфоні.

```
display.clearDisplay();  
display.setCursor(0, 0);  
display.setTextSize(1);  
display.setTextColor(WHITE);  
display.println(«Air Quality Index»);  
display.setCursor(0, 20);  
display.setTextSize(2);  
display.setTextColor(WHITE);  
display.print(air_quality);  
display.setTextSize(1);  
display.setTextColor(WHITE);  
display.println(« PPM»);  
display.display();  
delay(1500);  
display.clearDisplay();  
display.setTextSize(1);  
display.setCursor(0, 0);  
display.print(«Temperature: »);  
display.setTextSize(2);  
display.setCursor(0, 10);  
display.print(t);  
display.print(« »);  
display.setTextSize(1);  
display.cp437(true);  
display.write(167);  
display.setTextSize(2);  
display.print(«C»);  
display.setTextSize(1);  
display.setCursor(0, 35);  
display.print(«Humidity: »);  
display.setTextSize(2);  
display.setCursor(0, 45);  
display.print(h);  
display.print(« %»);
```

Рисунок 3.27 – Оновлення OLED дисплея

Цей блок коду відповідає за оновлення OLED дисплея. Спочатку очищується дисплей, потім встановлюється курсор і текст розміщується на дисплеї. Виводиться інформація про якість повітря, температуру та вологість. Після кожного оновлення вводиться затримка у 1.5 секунди для забезпечення плавного оновлення даних.

Таким чином, функція `loop()` виконує всі необхідні операції для забезпечення моніторингу параметрів навколишнього середовища, керування пристроями та інформування користувача через дисплей та мобільний додаток Blynk.

3.5 Тестування роботи пристрою

Тестування роботи апаратно-програмного комплексу в реальних умовах є важливим етапом, який дозволяє оцінити ефективність, стабільність та надійність розробленої системи. У цьому підрозділі розглянемо процес тестування.

Після компіляції коду у програмній частині та його завантаження до апаратної платформи, було перевірено працездатність всього комплексу.

Під час запуску та компіляції коду плата Wemos D1 спробувала підключитися до мережі WiFi, використовуючи задані SSID та пароль, що було виконано успішно. В середовищі Arduino IDE відобразились дані про вологість, температуру, індекс якості повітря, стан сигналізації та присутність людини.

```
Serial Monitor × Output
Message (Enter to send message to '
Person Detected
Buzzer Status: OFF
Exhaust Fan: OFF
Air Quality: 3661.79 PPM
Temperature: 29.30 *C
Humidity: 61.00 %
*****
No One in Room
Buzzer Status: OFF
Exhaust Fan: OFF
Air Quality: 3142.36 PPM
Temperature: 29.30 *C
Humidity: 61.00 %
*****
```

Рисунок 3.28 – Запуск та тестування коду в середовищі Arduino IDE

Після того як код було скомпільовано та надіслано до плати Wemos D1 показники успішно відобразилися на дисплеї, усі інші компоненти комплексу також були перевірені на справність роботи.

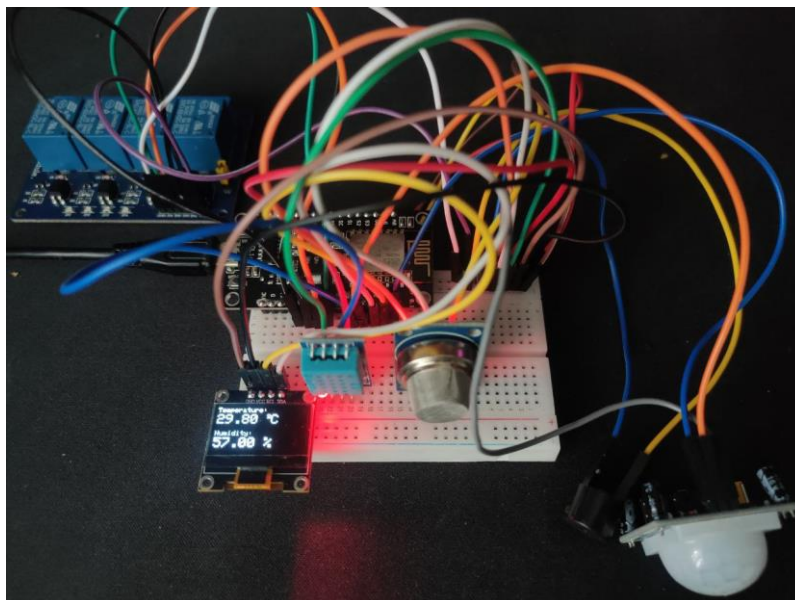


Рисунок 3.29 – Тестування працездатності комплексу

Також було перевірено працездатність інтеграції з застосунком Blynk. Після підключення до мережі Wi-Fi дані з датчиків почали надсилатися до застосунку.

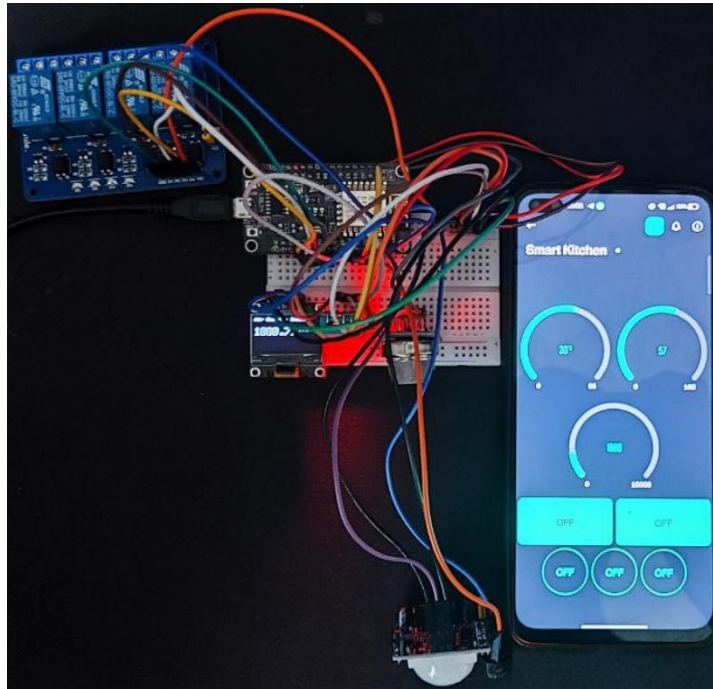


Рисунок 3.30 – Тестування працездатності застосунку Vlynk

Застосунок Vlynk успішно отримав дані про температуру, вологість і індекс якості повітря та відображає їх на смартфоні. Vlynk також показує, статус сигналізації, а також присутність людей у кімнаті. Реле, яке підключається до витяжного вентилятора, автоматично активується, коли рівень газу досягає порогового значення. Порогове значення встановлено на 15000 PPM, але можливо встановити будь-яке потрібне значення. Також можливо надіслати команду з застосунку Vlynk, щоб увімкнути кухонну техніку, наприклад холодильник, духовку та освітлення.

Загалом, апаратно-програмний комплекс показав високу ефективність та стабільність роботи в реальних умовах, що робить його перспективним рішенням для автоматизації та моніторингу кухонного середовища.

Висновки до розділу 3

У третьому розділі був здійснений детальний аналіз розробки апаратно-програмного комплексу для моніторингу та керування розумною кухнею на базі ESP8266. Вибір та обґрунтування використаних датчиків та виконавчих пристроїв ґрунтувався на їх здатності забезпечувати високу точність, надійність та ефективність роботи системи. Вибір датчиків DHT11 для

вимірювання температури та вологості, MQ-135 для моніторингу якості повітря та HC-SR501 для виявлення руху, а також 4-канального релейного модуля для керування приладами був виправданий їх технічними характеристиками та відповідністю вимогам проекту.

Схема підключення компонентів до ESP8266 була розроблена з урахуванням забезпечення стабільності та надійності системи. Програмування пристрою включало створення програмного забезпечення, яке здійснює зчитування даних з датчиків, їх обробку та керування виконавчими пристроями. Використання бібліотек для роботи з датчиками та інтерфейсом Wlunk значно спростило процес розробки, що дозволило швидко реалізувати необхідний функціонал.

Тестування пристрою в реальних умовах кухні показало високу точність вимірювань, стабільність підключення до Wi-Fi та ефективність управління приладами. Дані з датчиків температури, вологості та якості повітря були точними і стабільними. Система успішно реагувала на усі умови, такі як підвищений рівень газу або виявлення руху, що забезпечувало високу безпеку та комфорт користувачів.

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи було досягнуто поставлену мету та виконано всі визначені завдання, проаналізовано матеріал щодо можливих технологій та методів моніторингу і керування умовами на кухні, оглянуто існуючі рішення для розумних кухонь та проаналізовано можливі апаратні платформи для реалізації прототипу комплексу. Було опановано та проаналізовано матеріал щодо методів та принципів роботи датчиків температури, вологості, якості повітря та руху, а також їх різновидів та принципів роботи.

Розроблений комплекс надає можливість точного та своєчасного моніторингу таких параметрів як температура, вологість, якість повітря та наявність руху. Інтеграція з мікроконтролером ESP8266 забезпечує стабільну роботу системи та можливість віддаленого керування через мобільний додаток Blynk. Це рішення демонструє новий рівень інтеграції компонентів та їх взаємодії, що значно підвищує ефективність і безпеку використання кухні.

Запропонований комплекс при подальшому розвитку може стати високоефективним інструментом для моніторингу та автоматизації кухонного середовища. Він дозволяє не лише забезпечити безпеку користувачів за рахунок своєчасного виявлення небезпечних умов, таких як витік газу або дим, але й підвищити зручність і комфорт за рахунок автоматизації рутинних процесів. Система також сприяє зниженню енергоспоживання шляхом оптимізації використання приладів.

Подальший розвиток системи може включати розширення функціональних можливостей за рахунок додавання нових датчиків і виконавчих пристроїв, таких як інтелектуальні кулінарні прилади та системи водопостачання. Також можливе інтегрування з іншими розумними системами дому для створення єдиної екосистеми, що забезпечить комплексне управління всіма аспектами домашнього середовища.

Впровадження розробленого комплексу в практику може бути здійснено в різних сферах, включаючи приватні домогосподарства, ресторани та інші заклади харчування. Для успішного впровадження необхідно забезпечити належну інсталяцію та налаштування системи, а також навчання користувачів.

У роботі було поставлено завдання розробити ефективний апаратно-програмний комплекс для моніторингу та керування умовами на кухні. Усі задачі, визначені у вступі, були успішно виконані. Проведено аналіз ринку, розроблено концепт системи, вибрано та обґрунтовано використання компонентів, розроблено програмне забезпечення, проведено тестування та аналіз результатів. Отримані результати підтверджують доцільність використання розумних технологій для автоматизації кухонного середовища.

Таким чином, результати даної роботи підтверджують доцільність використання розумних технологій для автоматизації кухонного середовища та відкривають нові можливості для подальшого розвитку у цій сфері.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. AUTOMATION AND MONITORING SMART KITCHEN BASED ON IOT. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*. 2023. URL: <https://doi.org/10.56726/irjmets38617> (Last accessed: 01.05.2024).
2. Bhawana Bharti, Indu Bharadwaj, Ajay Bhardwaj A. B. SMART KITCHEN USING IOT. *Global Journal of Innovation and Emerging Technology*. 2023. Vol. 1, no. 2. P. 27–31. URL: <https://doi.org/10.58260/j.iet.2202.0110> (Last accessed: 01.05.2024).
3. Xiaomi Kitchen Appliance. URL: <https://www.mi.com/global/product-list/kitchen-appliance> (Last accessed: 01.05.2024).
4. Introducing Haven from Ecobee. URL: <https://www.ecobee.com/en-us/newsroom/press-releases/introducing-haven-from-ecobee-intuitive-home-monitoring-without-keypads-or> (Last accessed: 01.05.2024).
5. Inirv React: Make Your Home Smarter and Safer. URL: <https://www.kickstarter.com/projects/157070440/inirv-react-make-your-home-smarter-and-safer> (Last accessed: 01.05.2024).
6. Samsung SmartThings. URL: <https://www.samsung.com/ua/smartthings/app> (Last accessed: 01.05.2024).
7. Echo & Alexa Devices. URL: <https://www.amazon.co.uk/b?ie=UTF8&node=14100223031> (Last accessed: 01.05.2024).
8. Google Nest. URL: https://store.google.com/us/category/connected_home?hl=en-US&GoogleNest&utm_source=nest_redirect&utm_medium=google_oo&utm_campaign=homepage (Last accessed: 01.05.2024).
9. Design and Implementation of Real-Time Kitchen Monitoring and Automation System Based on Internet of Things / C. A. U. Hassan et al. *Energies*. 2022. Vol. 15, no. 18. P. 6778. URL: <https://doi.org/10.3390/en15186778> ((Last accessed: 01.05.2024).
10. Windesi P. K. A., Sampebua M. R., Kmurawak R. M. IOT-BASED HOME AUTOMATION USING NODEMCU ESP8266. *Jurnal Riset Informatika*. 2022. Vol. 4, no. 4. P. 391–396. URL: <https://doi.org/10.34288/jri.v4i4.431> (Last accessed: 01.05.2024)
11. SMART KITCHEN SYSTEM USING IOT / V. R. Palandurkar et al. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*. 2020. Vol. 04, no. 11. P. 378–383. URL: <https://doi.org/10.33564/ijeast.2020.v04i11.067> (Last accessed: 01.05.2024).
12. DHT11 Humidity & Temperature Sensor. URL: <https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf> (Last accessed: 01.05.2024).

13. Air Quality Gas Sensor MQ-135 Manual. URL: [https://www.winsensor.com/d/files/PDF/Semiconductor%20Gas%20Sensor/MQ135%20\(Ver1.4\)%20-%20Manual.pdf](https://www.winsensor.com/d/files/PDF/Semiconductor%20Gas%20Sensor/MQ135%20(Ver1.4)%20-%20Manual.pdf) (Last accessed: 01.05.2024).
14. HC-SR501 Technical Manual. URL: <https://github.com/e-Gizmo/HC-SR501-PIR-motion/blob/master/miniPIR7m%20HC-SR501%20%20Technical%20Manual%20rev1.pdf> (Last accessed: 01.05.2024).
15. An IoT-based Home Automation System using NodeMCU and Blynk IoT App / D. T et al. 2023 *International Conference on System, Computation, Automation and Networking (ICSCAN)*, PUDUCHERRY, India, 17–18 November 2023. 2023. URL: <https://doi.org/10.1109/icscan58655.2023.10394759> (Last accessed: 01.05.2024).
16. ESP8266. Technical Reference. URL: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp8266-technical_reference_en.pdf (Last accessed: 01.05.2024).
17. Furfaro R. Simple Ways of Programming an ESP8266 : How to Program ESP8266 with Arduino: Esp8266 Programming Tutorial. Independently Published, 2021. (Last accessed: 01.05.2024).
18. Ragu S. IoT Based Home Automation using Blynk Framework. *International Journal For Multidisciplinary Research*. 2023. Vol. 5, Is. 5. DOI: 10.36948/ijfmr.2023.v05i05.6145 (Last accessed: 01.05.2024).
19. Introduction. Welcome to Blynk Documentation. URL: <https://docs.blynk.io/en> (Last accessed: 01.05.2024).
20. Arduino Documentation. URL: <https://docs.arduino.cc> (Last accessed: 01.05.2024).

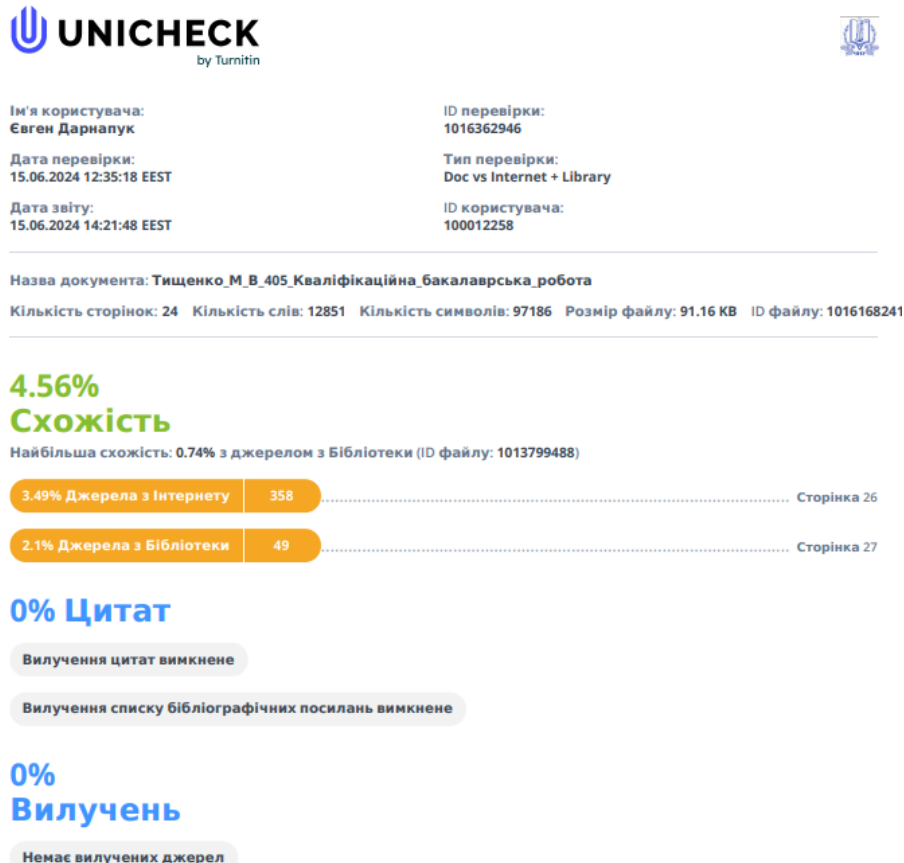
ДОДАТОК А

Довідка
про перевірку на унікальність пояснювальної записки
бакалаврської кваліфікаційної роботи на тему:
«Апаратно-програмний комплекс моніторингу та керування розумною
кухнею на базі ESP8266»

студента спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія», 405 групи
Тищенко Максим Вадимович
прізвище, ім'я, по-батькові

Перевірку тексту здійснено сервісом: онлайн-сервіс Unicheck

Результат перевірки тексту бакалаврської кваліфікаційної роботи: схожість складає 4,56%.



Здобувач:

Керівник:

ст. викладач

_____ М. В. Тищенко
підпис ініціали, прізвище

_____ Є. С. Дарнапук
підпис ініціали, прізвище

Дата: «__» _____ 2024 р.

ДОДАТОК Б

Лістинг коду програми

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID «TMPL42oLw7kbN»
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME «Quickstart»
#define BLYNK_AUTH_TOKEN «8P9hrY1z_tBpsCU85WEEHyc1_04q4-yf»
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include «MQ135.h»
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <DHT.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>

char auth[] = «8P9hrY1z_tBpsCU85WEEHyc1_04q4-yf»; // Auth Token in the Blynk App.
char ssid[] = «TP-LINK_C16C»; // WiFi credentials.
char pass[] = «69356308»;

#define SCREEN_WIDTH 128 // OLED display width, in pixels
#define SCREEN_HEIGHT 64 // OLED display height, in pixels
#define OLED_RESET -1 // Reset pin # (or -1 if sharing Arduino reset pin)

#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
#define DHTPIN D4

#define relay_fan D5
#define relay_light D6
#define relay_fridge D7
#define relay_oven D8

#define buzzer_alarm D0
#define pir_human D3

int alarm_status;
int pir_status = 0;

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RESET);

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  dht.begin();
  display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C); //initialize with the I2C addr 0x3C (128x64)
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
}
```

```
pinMode(pir_human, INPUT);
pinMode(buzzer_alarm, OUTPUT);

pinMode(relay_fan, OUTPUT);
pinMode(relay_light, OUTPUT);
pinMode(relay_fridge, OUTPUT);
pinMode(relay_oven, OUTPUT);

digitalWrite(buzzer_alarm, LOW);

digitalWrite(relay_fan, HIGH);
digitalWrite(relay_light, HIGH);
digitalWrite(relay_fridge, HIGH);
digitalWrite(relay_oven, HIGH);
delay(100);
}

void loop()
{
  Blynk.run();
  MQ135 gasSensor = MQ135(A0);
  float air_quality = gasSensor.getPPM();

  float t = dht.readTemperature();
  float h = dht.readHumidity();

  pir_status = digitalRead(pir_human);
  alarm_status = digitalRead(buzzer_alarm);

  if (pir_status == 1)
  {
    Serial.println("Person Detected");
  }
  else if (pir_status == 0)
  {
    Serial.println("No One in Room");
  }

  if (air_quality > 15000)
  {
    digitalWrite(buzzer_alarm, HIGH);
    digitalWrite(relay_fan, LOW);
    Serial.println("Buzzer Status: ON");
    Serial.println("Exhaust Fan: ON");
  }
  else
  {
```

Апаратно-програмний комплекс моніторингу та керування розумною кухнею на базі ESP8266

```
digitalWrite(buzzer_alarm, LOW);
digitalWrite(relay_fan, HIGH);
Serial.println(«Buzzer Status: OFF»);
Serial.println(«Exhaust Fan: OFF»);
}

Serial.print(«Air Quality: «);
Serial.print(air_quality);
Serial.println(« PPM»);

Serial.print(«Temperature: «);
Serial.print(t);
Serial.println(« *C»);

Serial.print(«Humidity: «);
Serial.print(h);
Serial.println(« %»);

Serial.println();
Serial.println(«*****»);
Serial.println();

Blynk.virtualWrite(V1, t);           // For Temperature
Blynk.virtualWrite(V2, h);           // For Humidity
Blynk.virtualWrite(V3, air_quality); // For Gas
Blynk.virtualWrite(V4, alarm_status); // For Alarm & Exhaust Fan
Blynk.virtualWrite(V5, pir_status);  // For Human Detection

display.clearDisplay();
display.setCursor(0, 0); //oled display
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(WHITE);
display.println(«Air Quality Index»);

display.setCursor(0, 20); //oled display
display.setTextSize(2);
display.setTextColor(WHITE);
display.print(air_quality);
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(WHITE);
display.println(« PPM»);
display.display();
delay(1500);

display.clearDisplay();

// display temperature
display.setTextSize(1);
display.setCursor(0, 0);
display.print(«Temperature: «);
display.setTextSize(2);
```

Апаратно-програмний комплекс моніторингу та керування розумною кухнею на базі ESP8266

```
display.setCursor(0, 10);
display.print(t);
display.print(" «");
display.setTextSize(1);
display.cp437(true);
display.write(167);
display.setTextSize(2);
display.print("«C»");

// display humidity
display.setTextSize(1);
display.setCursor(0, 35);
display.print("«Humidity: «");
display.setTextSize(2);
display.setCursor(0, 45);
display.print(h);
display.print(" « %»");

display.display();
delay(1500);
}
```