

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Система контролю кліматичних показників в приміщеннях
багатоквартирного будинку на базі IOT

Виконав: студент VI курсу, групи СНм-61

спеціальності 122 Комп'ютерні науки

(шифр і назва спеціальності)

Гемський Д.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Литвиненко Я. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Дуда О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Боднарчук І.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Тиш Є.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль 2024

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Боднарчук І.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«25» грудня 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки
(шифр і назва спеціальності)

Студенту Гемський Дмитро Валентинович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Система контролю кліматичних показників в приміщеннях багатоквартирного будинку на базі ІОТ

Керівник роботи Литвиненко Ярослав Володимирович, к.т.н., доцент кафедри КН
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «29» листопада 2024 року № 4/7-1138

2. Термін подання студентом завершеної роботи 7 грудня 2024р.

3. Вихідні дані до роботи Наукові публікації про системи кліматичних показників на базі ІОТ.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1 Аналіз предметної області.

2. Проектування кліматичної системи.

3. Розробка та тестування системи.

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Висновки.

Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Титульний слайд 2. Слайд з актуальністю 3. Слайд: основні задачі дослідження: опис мети, предмету, задачі. 4. Слайд вимог до нашого проєкту 5. Слайд порівняння аналогів 6. Слайд опису платформ esp32, arduino 7. Слайд порівняння платформ 8. Слайд опису наших технічних компонентів. 9. Слайд взаємодії компонентів(клієнт андроїд, платформа спостереження)

10. Рисунок підключення схеми 11. Огляд коду 1. 12. Огляд коду 2. 13. Огляд коду 3.

14. Огляд коду 4. 15. Висновок.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Сенчишин В.С., доцент		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Клепчик В.М., ст. викладач		

7. Дата видачі завдання 29 листопада 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Ознайомлення з завданням до кваліфікаційної роботи	29.11.2024	Виконано
2.	Підбір наукових джерел про системи кліматичного контролю на базі ІОТ.	29.11.2024-04.12.2024	Виконано
3.	Опрацювання наукових публікацій та збір даних по темі роботи	29.11.2024-04.12.2024	Виконано
4.	Виконання дослідження згідно мети кваліфікаційної роботи	05.12.2024-09.12.2024	Виконано
5.	Оформлення розділу «Аналіз предметної області і вимог»	05.12.2024-09.12.2024	Виконано
6.	Оформлення розділу «Проектування та огляд системи показників кліматичного контролю»	05.12.2024-09.12.2024	Виконано
7.	Оформлення розділу «Розробка програмного забезпечення та тестування»	05.12.2024-09.12.2024	Виконано
8.	Виконання завдання до підрозділу «Охорона праці»	02.12.2024-09.12.2024	Виконано
9.	Виконання завдання до підрозділу «Безпека в надзвичайних ситуаціях»	02.12.2024-09.12.2024	Виконано
10.	Оформлення кваліфікаційної роботи	10.12.2024-11.12.2024	Виконано
11.	Нормоконтроль	12.12.2024-13.12.2024	Виконано
12.	Перевірка на плагіат	16.12.2024	Виконано
13.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	17.12.2024	Виконано
14.	Захист кваліфікаційної роботи	26.12.2024	

Студент

(підпис)

Гемський Д.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Литвиненко Я.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Система контролю кліматичних показників у приміщеннях багатоквартирного будинку // Кваліфікаційна робота освітнього рівня «Магістр» // Гемський Дмитро Валентинович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СНм-61 // Тернопіль, 2024 // С.92, рис. – 13, табл. – 2, додат. – 1, бібліогр. – 11. Ліст.- 10.

Ключові слова: інтернет речей, клімат, arduino, esp32, андроїд, kotlin, апаратно обчислювальна платформа, програмний інтерфейс.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці системи контролю кліматичних показників в приміщеннях багатоквартирного будинку. В першому розділі кваліфікаційної роботи описані задачі для системи. Висвітлено саму систему кліматичного контролю. Розглянуто функціональні і не функціональні вимоги. Проаналізовано вже існуючі системи кліматичного контролю. В другому розділі кваліфікаційної роботи оглянуто наявні Iot платформи. Досліджено роботу датчиків DHT22/11. Подано взаємодію між компонентами та клієнтської частиною користувача.

В третьому розділі кваліфікаційної роботи описано реалізацію програмного забезпечення, проаналізовано розробку клієнтської частини для мобільного телефону. Було проведено тестування системи. Об'єктом дослідження виступає контроль температури в приміщеннях а предметом виступає реалізація завдяки мікроконтролерній платі arduino.

ANNOTATION

Climatic indicators control system in the premises of multifamily building
// The educational level "Master" qualification work // Henskyi Dmytro
Valentinovich // Ternopil Ivan Pulyuy National Technical University, Faculty of
Computer Information Systems and Software Engineering, Department of
Computer Science, SNnm-61 group // Ternopil, 2024 // P.92, tables - 2, posters -
13, annexes - 1, ref. – 11, listing 11.

Key words: iot, climate, arduino, esp32, android, kotlin, application programing
interface, hardware computing platform.

The qualification work is devoted to the development of a system for controlling climatic indicators in the premises of an apartment building. The first section of the qualification work describes the tasks for the system. The climatic control system itself is highlighted. Functional and non-functional requirements are considered. Existing climate control systems are analyzed. The second section of the qualification work reviews existing IoT platforms. The operation of DHT22/11 sensors is studied. The interaction between components and the user's client part is presented. The third section of the qualification work describes the implementation of the software, analyzes the development of the client part for a mobile phone. System testing was carried out. The object of the study is temperature control in the premises, and the subject of the performance is implemented using the Arduino microcontroller board.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	11
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ І ВИМОГ	12
1.1 Постановка задачі	12
1.2 Система клімат контролю	14
1.3 Огляд вимог до розробки системи контролю кліматичних показників	16
1.3.1 Функціональні вимоги	16
1.3.2 Нефункціональні вимоги	18
1.4 Аналіз вже існуючих систем	21
1.4.1 Apple Home Assistant	21
1.4.2 HomeKit	22
1.5 Середовище розробки CLion	23
1.6 Середовище розробки ArduinoIDE	26
1.7 Середовище розробки Platfromio на базі CLion	27
1.8 Висновки до розділу 1	29
2 ПРОЄКТУВАННЯ ТА ОГЛЯД СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ КЛІМАТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ	32
2.1 Огляд наявних IoT платформ	32
2.1.2 Огляд Raspberry Pi	32
2.1.3 Огляд ESP32	35
2.1.4 Огляд Arduino	38
2.1.5 Порівняльний аналіз АОП	41
2.2 Вибір платформи на базі АОП Arduino	44
2.3 Датчик температури DHT22/11	47
2.4 Блютуз модуль HC - 05 Bluetooth Serial Module	49
2.5 Проєктування базового пристрою для збору даних.	51
2.6 Проєктування взаємодії між компонентами та клієнтської частиною користувача.....	54
2.7 Висновки до 2 розділу	57
3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ	60
3.1 Опис реалізації програмного забезпечення	60
3.2 Розробка клієнтської частини для мобільного телефону	63
3.3 Тестування системи	71

3.4 Висновок до 3 розділу	71
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	73
4.1 Особливості заходів електробезпеки на підприємствах.	73
4.2 Вимоги ергономіки до організації робочого місця оператора ПК, агрегату.	75
4.3 Фактори, що впливають на функціональний стан користувачів комп'ютерів	79
4.4 Висновок до 4 розділу	81
ВИСНОВОК	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	84
ДОДАТКИ	86

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасному світі існує проблема зміну клімату та зростання енергоспоживання внаслідок цього. Постійно працюючі кондиціонери або обігрівачі спричиняють, до безмірного використання електроенергії, ця проблема загострюється при таких подіях як стихійні лиха, війна то що.

Зростаюча актуальність теми систем контролю кліматичних показників обумовлена необхідністю ефективного використання обмежених ресурсів, що знаходяться в дефіциті. Впровадження таких систем дозволяє не лише зменшити витрати енергії, але й оптимізувати споживання води та інших природних ресурсів, що, в свою чергу, сприяє сталому розвитку суспільства.

Крім того, розробка та впровадження систем контролю кліматичних показників є важливим чинником економічного зростання. Ці системи сприяють підвищенню ефективності виробництва, зменшенню простоїв та оптимізації процесів управління. Інноваційні технології, спрямовані на автоматизацію контролю клімату, створюють нові робочі місця та стимулюють розвиток високотехнологічного сектора економіки. Це, у свою чергу, підвищує конкурентоспроможність країни на міжнародному ринку та сприяє залученню інвестицій.

З появою мікропроцесорів на базі Arduino, розробка IoT-пристроїв стала доступною для широкого кола ентузіастів та професіоналів. Arduino, завдяки своїй простоті у використанні та великій кількості доступних модулів, дозволяє швидко створювати прототипи та впроваджувати інноваційні рішення. Відкриті програмні рішення, що базуються на Arduino, забезпечують можливість кожному бажаючому отримати готові програмні комплекси, які можна легко інтегрувати у власну оселю або робоче

середовище. Це відкриває нові горизонти для самостійного створення систем моніторингу та управління кліматом, що відповідають індивідуальним потребам користувачів.

Більш того, розвиток спільнот та форумів, присвячених Arduino та IoT-технологіям, сприяє обміну досвідом та знаннями між розробниками. Це стимулює інновації та дозволяє швидко вирішувати технічні виклики, що виникають під час розробки нових систем.

Таким чином, інтеграція сучасних технологій у системи контролю кліматичних показників не лише сприяє економії ресурсів та розвитку економіки, але й робить ці системи більш доступними та адаптивними до потреб сучасного суспільства. Це відкриває нові можливості для інновацій та забезпечує стабільний розвиток у майбутньому.

Мета і задача дослідження. Метою цієї роботи є розробка системи контролю кліматичних показників у багатоквартирних будинках, яка може слугувати основою для створення комплексної системи збору даних з інших показників, таких як освітлення. Така система забезпечить оптимальні умови проживання для мешканців шляхом постійного моніторингу та регулювання температури, вологості та якості повітря. Крім того, інтеграція з системами освітлення дозволить ефективніше використовувати електроенергію, підвищуючи енергоефективність будівель. Розроблена система сприятиме підвищенню комфорту, зниженню витрат на енергоспоживання та створенню більш сталих умов проживання у багатоквартирних будинках.

Об’єкт дослідження: розробити систему контролю кліматичних показників в приміщеннях багатоквартирного будинку.

Методи дослідження: методи збору інформації з навколишнього середовища за допомогою ІОТ і АОП.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що отримав подальший розвиток метод обчислення інформації за допомогою ІОТ.

Практичне значення одержаних результатів. Виконано збір надійної і бюджетної системи контролю клімату в приміщеннях, яку так само може зібрати і початківець в цій сфері.

Апробація результатів магістерської роботи. Основні результати проведених досліджень обговорювались на XII міжнародної студентської науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (м. Тернопіль, 2024 р.).

Публікації. Основні результати кваліфікаційної роботи опубліковано у двох працях конференції (Див. додатки А).

Структура й обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури з 11 найменувань та 1 додатку. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи складає 92 сторінки, з них 85 сторінки основного тексту, який містить 13 рисунків та 2 таблиці.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АОП - Апаратно обчислювальна платформа

ІОТ - Internet of Things - інтернет речей

API -Application programing interface - Програмний інтерфейс
застосунку

БД - База даних

ПК - Персональний комп'ютер

ПЗ - Програмне забезпечення

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ І ВИМОГ

1.1 Постановка задачі

Завданням магістерської роботи є розробка системи кліматичного контролю у багатоквартирному будинку. Система повинна надавати дані про температуру навколишнього середовища, а також про рівень вологості та тиск. Крім цього, важливо забезпечити моніторинг інших кліматичних параметрів, таких як якість повітря, рівень вуглекислого газу та вуглеводнів, що сприятиме створенню здоровішого мікроклімату для мешканців. Також потрібно розглянути можливості збереження та перегляду даних для більш детального вивчення і спостереження, що дозволить аналізувати тенденції та оперативно реагувати на зміни кліматичних умов у приміщеннях.

Для забезпечення ефективності та надійності роботи системи, важливо інтегрувати її з існуючими інфраструктурами будинку, такими як системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Це дозволить автоматично регулювати кліматичні параметри в залежності від поточних умов та потреб мешканців, що сприятиме підвищенню комфорту та енергоефективності будівлі. Крім того, система повинна мати можливість віддаленого доступу, що дозволить користувачам контролювати та налаштовувати кліматичні показники з будь-якого місця за допомогою мобільного додатку або веб-інтерфейсу.

Платформа та застосунок повинні бути легко масштабованими та простими для розгортання для звичайних користувачів. Це означає, що система повинна підтримувати різні рівні складності налаштувань, дозволяючи як технічно підкованим користувачам, так і новачкам швидко

та без зусиль встановлювати та використовувати її функціонал. Важливо також забезпечити гнучкість у розширенні системи, щоб у майбутньому можна було додавати нові модулі та функції, такі як управління освітленням, безпекою або споживанням енергії.

Для досягнення цих цілей, необхідно провести детальний аналіз вимог користувачів та існуючих рішень на ринку, а також обрати відповідні технології та архітектурні рішення, що забезпечать високу продуктивність та надійність системи. Особлива увага повинна бути приділена питанням безпеки даних та захисту приватності мешканців, що передбачає впровадження сучасних методів шифрування та аутентифікації.

Таким чином, розробка системи кліматичного контролю у багатоквартирному будинку спрямована на створення інтелектуального та інтегрованого рішення, яке не лише забезпечить комфортні умови проживання, але й сприятиме енергоефективності та сталому розвитку будівельної інфраструктури. Легкість масштабування та простота розгортання системи роблять її доступною для широкого кола користувачів, що підвищує її практичну цінність та потенціал для широкого впровадження у сучасних житлових комплексах.

Проаналізувавши предметну область, можемо відокремити та список завдань, які потрібно виконати:

- Розробка IoT пристрою;
- Розробка серверної частини для збору даних;
- Проєктування бази даних для зберігання показників;
- Реалізація застосунку перегляду та налаштування пристрою;
- Тестування системи.

1.2 Система клімат контролю

Сучасна система кліматичного контролю для приватного будинку або квартири здатна забезпечити високий рівень комфорту для всіх мешканців та працівників, враховуючи їхні індивідуальні пріоритети. Проте така система є розкішшю і недоступна для всіх бажаючих.

Такий комплект електроніки забезпечує централізований збір, аналіз та відображення даних про кліматичні умови у житлі. Основою системи є інтелектуальний модуль, який моніторить робочі параметри устаткування для збору інформації про температуру, вологість та якість повітря в приміщеннях, враховуючи переваги власників житла. Оптимізована для квартир та будинків, система кліматичного контролю може збирати дані з різних приладів, що впливають на мікроклімат, включаючи кондиціонери, спліт-системи, радіатори, теплі підлоги, котли, системи охолодження та вентиляції, фільтри, іонізатори, озонатори та інші вбудовані системи. Крім того, система може інтегрувати дані з додаткових кліматичних пристроїв, таких як автоматичні сонцезахисні штори та жалюзі.

Принцип роботи системи кліматичного контролю полягає у постійному зборі та аналізі заданих параметрів температури, вологості та хімічного складу повітря за допомогою одного або кількох пристроїв. Блок управління порівнює поточні показники повітря з заданими параметрами і надає користувачеві актуальну інформацію через інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. Наприклад, якщо температура в будинку нижча за норму, система повідомить користувача про необхідність підвищення температури або запропонує відповідні дії для досягнення комфортних умов.

У різних кімнатах можна встановити окремі температурні режими, які відображаються в реальному часі через мобільний додаток або веб-інтерфейс. Людське втручання потрібне лише для перевірки роботи обладнання та встановлення нових значень параметрів. Для функціонування системи необхідно встановити блоки збору даних, які забезпечують точний моніторинг температури і вологості повітря, після чого інформація рівномірно розподіляється по периметру приміщення завдяки простій схемі поділу потоків даних.

Регулювання температури здійснюється за допомогою змішувача заслінки, керованого сервоприводом – механічним приводом з електричним мотором, що використовує негативний зворотний зв'язок для точного управління рухами. Кліматична система включає комплекс пристроїв, які впливають на мікроклімат квартири, такі як кондиціонери, радіатори, фільтри, котли, системи «теплої підлоги», зволожувачі та інші агрегати.

Система кліматичного контролю виконує кілька функцій одночасно: збирає та аналізує дані про температуру в окремих кімнатах, наприклад, у коридорі, для надання рекомендацій щодо економії електроенергії; автоматично фіксує зміни температури та вологості за встановленою програмою; враховує особливості мікроклімату на кухні, де постійно змінюються температурні показники через додаткові джерела тепла; регулює рівень вологості у ванній кімнаті до комфортного значення; аналізує якість повітря в кімнатах, надаючи рекомендації щодо зволоження або очищення повітря при необхідності.

Особливу увагу приділено відображенню даних користувачу через зручний інтерфейс, що дозволяє легко відстежувати історію кліматичних показників, аналізувати тенденції та оперативно реагувати на зміни умов. Інтерфейс може включати графіки, діаграми та сповіщення, що

допомагають користувачам зрозуміти стан клімату в їхньому житлі та приймати обґрунтовані рішення для підтримання комфортних умов.

Таким чином, система кліматичного контролю забезпечує не тільки комфортні умови проживання, але й сприяє енергоефективності та економії ресурсів через детальний аналіз та надання інформації користувачу. Інтелектуальне управління кліматом дозволяє адаптуватися до змінних умов, підвищуючи загальну якість життя в приватних будинках та квартирах без необхідності прямого керування опаленням чи охолодженням.

1.3 Огляд вимог до розробки системи контролю кліматичних показників

1.3.1 Функціональні вимоги

Функціональні вимоги визначають основні можливості та функції системи кліматичного контролю, що забезпечують її відповідність поставленим цілям та завданням. Для системи кліматичного контролю у багатоквартирному будинку встановлено кілька ключових функціональних аспектів:

Моніторинг кліматичних параметрів:

- Система повинна постійно вимірювати температуру, рівень вологості та тиск повітря в різних приміщеннях будинку.
- Можливість збору даних з додаткових датчиків, таких як датчики якості повітря, вуглекислого газу та інших хімічних компонентів.

Збір та збереження даних:

- Автоматичне збереження історичних даних про кліматичні показники для подальшого аналізу та спостереження.
- Забезпечення доступу до збережених даних через мобільний додаток або веб-інтерфейс.

Візуалізація даних:

- Надання користувачам інтуїтивно зрозумілих графіків, діаграм та таблиць для відображення поточних та історичних кліматичних показників.
- Можливість налаштування відображення даних за різні періоди часу (години, дні, тижні, місяці).

Налаштування параметрів:

- Забезпечення можливості користувачам встановлювати бажані межі температури, вологості та інших параметрів для кожного приміщення окремо.
- Підтримка різних профілів налаштувань для різних сценаріїв використання (робочий день, нічний час, відпустка тощо).

Сповіщення та алерти:

- Автоматичне повідомлення користувачів про перевищення або недосягнення встановлених меж кліматичних параметрів.
- Можливість налаштування типів сповіщень (SMS, електронна пошта, push-сповіщення).

Інтеграція з іншими системами:

- Забезпечення можливості інтеграції з іншими системами розумного будинку, такими як системи освітлення, безпеки та управління енергією.

- Підтримка протоколів зв'язку для взаємодії з різними пристроями та платформами.

Доступ та управління:

- Надання користувачам можливості дистанційного доступу до системи через мобільний додаток або веб-інтерфейс.

- Забезпечення можливості управління системою різними користувачами з різними рівнями доступу.

1.3.2 Нефункціональні вимоги

Нефункціональні вимоги визначають характеристики системи кліматичного контролю, що впливають на якість її роботи та взаємодію з користувачем. Для системи кліматичного контролю у багатоквартирному будинку встановлено наступні нефункціональні вимоги:

Продуктивність:

- Висока швидкість обробки даних з датчиків з мінімальною затримкою для забезпечення актуальності інформації.

Сумісність:

- Сумісність з різними моделями мобільних пристроїв та операційними системами, зокрема Android версій 8 та вище, а також з ПК та планшетами.
- Підтримка різних апаратних характеристик та протоколів зв'язку для забезпечення широкої доступності системи.

Безпека:

- Захист переданих даних за допомогою сучасних методів шифрування, таких як AES-256.
- Надійна автентифікація користувачів для запобігання несанкціонованому доступу та перехопленню даних.
- Впровадження механізмів резервного копіювання та відновлення даних для забезпечення їх цілісності та доступності.

Енергоефективність:

- Використання енергоощадних алгоритмів обробки та передачі даних.

Масштабованість:

- Модульна архітектура системи, що дозволяє легко додавати нові функції та підтримувати більшу кількість користувачів без суттєвих змін у структурі системи.
- Можливість розширення кількості датчиків та інтеграції з додатковими пристроями без впливу на продуктивність системи.

Надійність:

- Забезпечення стабільної роботи системи без збоїв та втрат даних.
- Впровадження механізмів відновлення після помилок та автоматичного перезапуску системи у разі збою.

Зручність використання (юзабіліті):

- Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача, який дозволяє легко налаштовувати та використовувати систему без необхідності глибоких технічних знань.
- Наявність детальної документації та інструкцій для користувачів.

Підтримка та обслуговування:

- Можливість легкого оновлення додатку та впровадження нових функцій через стандартні методи оновлення.
- Забезпечення регулярного технічного обслуговування та виправлення помилок для підтримки високої якості роботи системи.

Відповідність стандартам:

- Дотримання міжнародних та національних стандартів щодо безпеки даних, енергоефективності та екологічної безпеки.
- Відповідність вимогам законодавства щодо захисту персональних даних користувачів.

Таким чином, функціональні та нефункціональні вимоги до системи кліматичного контролю у багатоквартирному будинку забезпечують її ефективну роботу, високу якість обслуговування користувачів та відповідність сучасним стандартам безпеки та продуктивності. Це сприяє створенню надійної, зручної та масштабованої системи, яка задовольняє потреби мешканців у комфортних умовах проживання.

1.4 Аналіз вже існуючих систем

1.4.1 Apple Home Assistant

Home Assistant є потужною та гнучкою платформою для розумного дому, яка підтримує широкий спектр пристроїв, включаючи як популярні, так і менш відомі бренди. Вона використовує різноманітні комунікаційні протоколи, такі як Wi-Fi, Zigbee та Z-Wave, що забезпечує високу сумісність з різними системами та пристроями. Крім того, Home Assistant інтегрується з популярними платформами, такими як Amazon Alexa, Google Assistant та IFTTT, що дозволяє створювати комплексні автоматизації та інтерактивні сценарії.

Однією з ключових переваг Home Assistant є її висока ступінь налаштування, що дозволяє користувачам створювати індивідуальні автоматизації та інтеграції за допомогою мов програмування, таких як Python та YAML. Це робить Home Assistant ідеальним вибором для досвідчених користувачів, які прагнуть створити складні та унікальні системи контролю розумного дому. Крім того, Home Assistant пропонує широкий спектр інтеграцій з популярними сервісами, такими як Spotify, Nest та Dark Sky, що розширює можливості платформи для різних застосувань.

Home Assistant також забезпечує високий рівень безпеки, пропонуючи розширені функції, такі як двофакторна автентифікація та шифрування даних. Крім того, можливість хостингу системи на власному сервері надає додатковий рівень захисту та контролю над даними користувача. Завдяки своїй відкритій архітектурі та підтримці великої кількості пристроїв, Home Assistant продовжує розвиватися та

вдосконалюватися, забезпечуючи користувачів потужними інструментами для управління розумним домом.

1.4.2 HomeKit

HomeKit є екосистемою розумного дому, розробленою компанією Apple, яка забезпечує просту та інтуїтивно зрозумілу інтеграцію з різними пристроями та сервісами. Вона підтримує лише ті пристрої, які сертифіковані програмою MFi (Made for iPhone/iPad), що включає відомі бренди, такі як Philips Hue, Honeywell та August. Це обмежує сумісність з менш відомими пристроями, але гарантує безшовну роботу сертифікованих пристроїв у рамках екосистеми Apple.

HomeKit вирізняється своєю простотою використання та інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом, що робить його ідеальним вибором для початківців та користувачів, які цінують зручність та ефективність. Інтерфейс HomeKit є послідовним на всіх пристроях Apple, що забезпечує єдиний та зручний досвід користувача. Крім того, HomeKit інтегрується з Siri, вбудованим віртуальним асистентом Apple, що дозволяє керувати розумним домом за допомогою голосових команд.

Безпека є одним із головних пріоритетів HomeKit, оскільки всі комунікації між пристроями шифруються, а система використовує безпечну автентифікацію для захисту від несанкціонованого доступу. Це забезпечує високий рівень захисту для користувачів, особливо при контролі над критичними аспектами дому, такими як замки та камери спостереження.

Хоча HomeKit менш гнучкий у порівнянні з Home Assistant щодо налаштувань та розширень, він пропонує стабільний та надійний досвід для користувачів, які вже інтегровані у екосистему Apple. Завдяки своїй сумісності з іншими сервісами Apple, такими як Apple Music та Apple TV, HomeKit забезпечує додаткову інтеграцію та розширені можливості для створення комплексних розумних домашніх систем.

Таким чином, HomeKit є відмінним вибором для користувачів, які шукають просту, безпечну та інтуїтивно зрозумілу платформу для розумного дому, особливо якщо вони вже використовують продукти Apple. Його обмежена сумісність з пристроями гарантує високу якість інтеграції та надійність роботи, роблячи його популярним серед тих, хто цінує зручність та безпеку у своєму розумному домі.

1.5 Середовище розробки CLion

CLion є потужним інтегрованим середовищем розробки (IDE) для мов програмування C та C++, розробленим компанією JetBrains. Воно орієнтоване на професійних розробників, які прагнуть підвищити продуктивність своєї роботи завдяки сучасним інструментам та функціям. Однією з ключових особливостей CLion є його розумний редактор коду, який підтримує автоматичне завершення коду, рефакторинг, аналіз коду в реальному часі та підсвічування синтаксису. Це значно спрощує процес написання чистого та ефективного коду, зменшуючи ймовірність виникнення помилок.

Інтегрований налагоджувач CLion підтримує різні компілятори та платформи, включаючи GDB та LLDB, що дозволяє легко виявляти та виправляти помилки в програмі. Підтримка системи збірки CMake є ще однією важливою перевагою, оскільки вона спрощує конфігурацію проектів та управління залежностями. Крім того, CLion забезпечує інтеграцію з популярними системами контролю версій, такими як Git, SVN та Mercurial, що дозволяє ефективно керувати історією змін та співпрацювати з командою розробників.

Інтерфейс користувача CLion інтуїтивно зрозумілий та налаштовується відповідно до потреб користувача. Основні компоненти включають редактор коду, панель інструментів, навігаційні панелі та вікна інструментів, такі як термінал, консоль налагодження та панель контролю версій. Це забезпечує зручний доступ до всіх необхідних функцій без необхідності перемикатися між різними вікнами чи програмами.

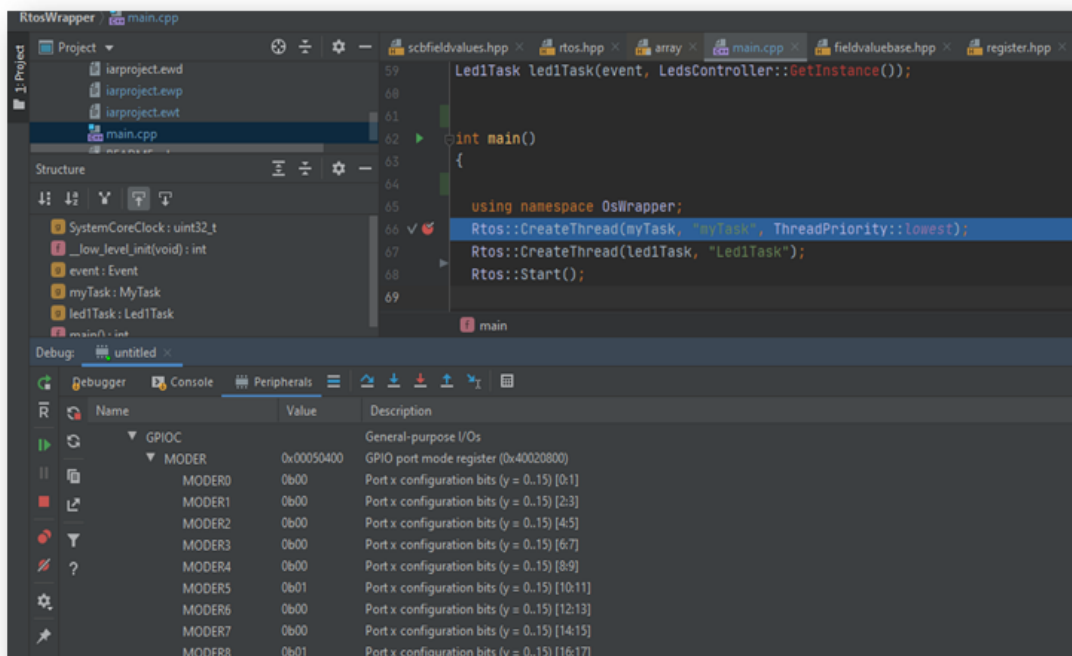


Рисунок 1.1 - Головне вікно CLion

Однією з важливих особливостей CLion є підтримка плагінів та розширень, що дозволяє розширювати його функціональність відповідно до специфічних потреб користувача. Завдяки відкритій архітектурі, розробники можуть створювати власні плагіни або використовувати вже існуючі для додавання нових можливостей, таких як підтримка інших мов програмування або інтеграція з додатковими інструментами та сервісами.

CLion також забезпечує потужні інструменти для тестування та покриття коду, що допомагають підтримувати високу якість програмного забезпечення. Інструменти профілювання дозволяють виявляти вузькі місця та оптимізувати продуктивність програм, що є особливо важливим для розробки складних та ресурсомістких додатків.

Безпека та підтримка спільноти також є важливими аспектами CLion. Компанія JetBrains регулярно оновлює програмне забезпечення, виправляючи помилки та додаючи нові функції на основі зворотного зв'язку від користувачів. Активна спільнота розробників надає доступ до численних ресурсів, таких як документація, форуми, відеоуроки та блоги, що сприяє швидкому вирішенню проблем та обміну досвідом серед користувачів.

У підсумку, CLion є універсальним та гнучким середовищем розробки, яке надає всі необхідні інструменти для ефективної розробки програмного забезпечення на мовах C та C++. Його потужні функції налаштування, інтеграція з різними системами контролю версій, підтримка сучасних систем збірки та можливості налагодження роблять його ідеальним вибором для професійних розробників та тих, хто прагне до високої продуктивності у своїй роботі.

1.6 Середовище розробки ArduinoIDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) є офіційним середовищем розробки для плат Arduino. Воно призначене для спрощення процесу написання, компіляції та завантаження програм (скетчів) на мікроконтролери Arduino. Arduino IDE підтримує мови програмування C та C++, що дозволяє користувачам легко писати код для керування різними електронними компонентами та пристроями.



Рисунок 1.2. - Огляд головного вікна Arduino IDE

Однією з основних переваг Arduino IDE є його простота та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що робить його ідеальним вибором для початківців та освітніх цілей. Інтерфейс складається з редактора коду, консолі виводу та панелі інструментів для управління проектами. Крім того, Arduino IDE має вбудовану підтримку бібліотек, що дозволяє швидко інтегрувати

додаткові функції та модулі у свої проекти без необхідності писати код з нуля.

Arduino IDE забезпечує широкий спектр можливостей для налагодження та тестування програм. Користувачі можуть легко завантажувати скетчі на плату Arduino через USB-з'єднання та відстежувати процес компіляції та завантаження через консоль. Також IDE підтримує серійний монітор, який дозволяє переглядати вивід даних з мікроконтролера в реальному часі, що є корисним для діагностики та налагодження програм.

Хоча Arduino IDE є потужним інструментом для розробки, він має деякі обмеження. Наприклад, його функціональність може бути недостатньою для великих та складних проектів, де потрібні більш розширені можливості налагодження та управління проектами. Однак, завдяки своїй простоті та доступності, Arduino IDE залишається популярним вибором серед ентузіастів, студентів та тих, хто тільки починає свій шлях у світі електроніки та програмування.

1.7 Середовище розробки PlatformIO на базі CLion

PlatformIO є сучасною платформою для розробки вбудованих систем, яка пропонує розширені можливості порівняно з традиційними середовищами розробки, такими як Arduino IDE. Однією з ключових особливостей PlatformIO є його інтеграція з популярним середовищем розробки CLion від JetBrains, що надає користувачам доступ до потужних інструментів для програмування на мовах C та C++.

PlatformIO на базі CLion поєднує простоту використання Arduino IDE з високою продуктивністю та гнучкістю CLion. Це середовище розробки підтримує широкий спектр плат та мікроконтролерів, включаючи Arduino, ESP32, STM32 та багато інших, що дозволяє створювати проекти з використанням різноманітних апаратних платформ. Завдяки підтримці системи збірки CMake, PlatformIO забезпечує ефективне управління проектами та залежностями, що є важливим для розробки складних програмних систем.

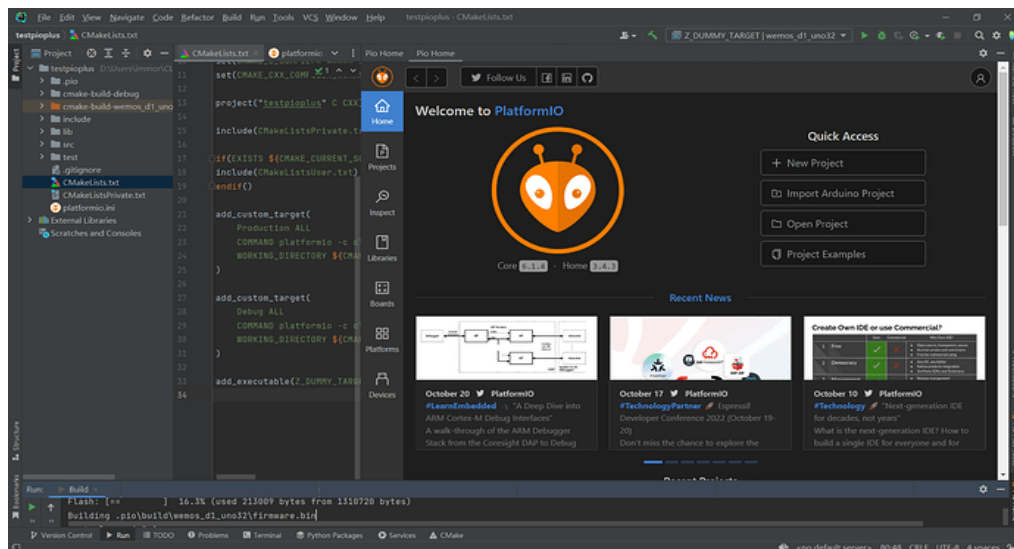


Рисунок 1.3. - Огляд головного вікна Platformio

Інтеграція з CLion надає PlatformIO доступ до розширених можливостей налагодження, таких як інтегрований налагоджувач, профілювання продуктивності та підтримка різних компіляторів. Це дозволяє розробникам ефективно виявляти та виправляти помилки у своїх програмах, а також оптимізувати їхню продуктивність. Крім того, PlatformIO підтримує автоматичне тестування та безперервну інтеграцію,

що сприяє підвищенню якості програмного забезпечення та зменшенню часу на розробку.

Однією з головних переваг PlatformIO є його гнучкість та можливість розширення через плагіни та додаткові бібліотеки. Це дозволяє користувачам налаштовувати середовище розробки відповідно до своїх потреб та вимог проекту. Крім того, PlatformIO має потужну спільноту користувачів та розробників, що забезпечує доступ до численних ресурсів, таких як документація, приклади проектів та підтримка через форуми та соціальні мережі.

Використання PlatformIO на базі CLion є ідеальним вибором для професійних розробників та тих, хто прагне до високої продуктивності та гнучкості у своїх проектах з розробки вбудованих систем. Це середовище розробки поєднує в собі найкращі аспекти сучасних IDE та платформ для розробки, що дозволяє створювати ефективні, надійні та масштабовані програмні рішення для різноманітних застосувань.

1.8 Висновки до розділу 1

В даному розділі було проведено ґрунтовний аналіз предметної області та сформульовано основні вимоги до розробки системи кліматичного контролю в багатоквартирному будинку. Визначено, що система повинна забезпечувати моніторинг ключових кліматичних параметрів (температура, вологість, тиск, якість повітря), а також надавати можливості для зберігання, аналізу та візуалізації даних. Крім того,

підкреслено важливість інтеграції з існуючими інженерними системами будівлі та забезпечення віддаленого доступу для користувачів.

Було детально розглянуто функціональні та нефункціональні вимоги до системи. Функціональні вимоги включають моніторинг, збір та збереження даних, їх візуалізацію, налаштування параметрів, сповіщення, інтеграцію з іншими системами та можливості віддаленого доступу. Нефункціональні вимоги охоплюють продуктивність, сумісність, безпеку, енергоефективність, масштабованість, надійність, зручність використання, підтримку та відповідність стандартам.

Проаналізовано існуючі рішення для розумного дому, зокрема Apple Home Assistant та HomeKit. Виявлено їхні переваги та обмеження в контексті поставленої задачі. Home Assistant вирізняється гнучкістю та широким спектром підтримуваних пристроїв, тоді як HomeKit пропонує просту інтеграцію в екосистему Apple та високий рівень безпеки.

Окрему увагу приділено вибору середовища розробки. Розглянуто можливості CLion, Arduino IDE та PlatformIO на базі CLion. Встановлено, що PlatformIO, інтегроване з CLion, є оптимальним вибором для даного проекту завдяки підтримці широкого спектру плат, потужним інструментам налагодження, гнучкості та можливостям розширення. Використання PlatformIO дозволить ефективно розробляти, тестувати та впроваджувати програмне забезпечення для системи кліматичного контролю, забезпечуючи високу продуктивність та надійність.

Підсумовуючи, проведений аналіз дозволив чітко визначити цілі та завдання проекту, сформулювати вимоги до системи, обрати оптимальні технології та інструменти для її розробки. Це створює міцний фундамент для подальшого проєктування та реалізації системи кліматичного

контролю, яка відповідатиме потребам мешканців та сприятиме створенню комфортного і здорового середовища в багатоквартирному будинку. Вибір PlatformIO на базі CLion як основного середовища розробки забезпечить ефективний процес створення та підтримки програмного забезпечення, а також дозволить легко масштабувати систему в майбутньому.

2 ПРОЄКТУВАННЯ ТА ОГЛЯД СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ КЛІМАТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

2.1 Огляд наявних IoT платформ

З початком IoT зараз вдома використовується багато розумних приладів і пристроїв для підключення. Щоб забезпечити стійку енергетичну систему, повинні робити акцент на ефективному використанні енергії. Основною частиною енергоменеджменту є зниження витрат на електроенергію домогосподарств і житлових будинків без шкоди для самопочуття та комфорту користувача.

IoT змінює наш традиційний підхід до створення пристроїв, систем та послуг. Таким чином, вступ у еру Інтернету речей впливає на загальну екосистему та трансформацію стилю життя людей. Технології розумного будинку окреслюють широку картину нашого середовища. Тепер це підхід зосереджений на довкіллі, допомозі літнім людям, але також забезпечує ефективне, комфортне та безпечне життя для всіх мешканців.

2.1.2 Огляд Raspberry Pi

Raspberry Pi являє собою значний прогрес в обчислювальних технологіях, втілюючи повнофункціональний комп'ютер в компактному та економічно ефективному корпусі. Цей одноплатний комп'ютер (SBC) слугує для різноманітних застосувань, включаючи перегляд веб-сторінок, ігри, навчання програмуванню та розробку власних схем і фізичних

пристроїв. Екосистема Raspberry Pi ще більше розширюється завдяки потужній спільноті, що підтримує її, сприяючи залученню користувачів та безперервному навчанню.

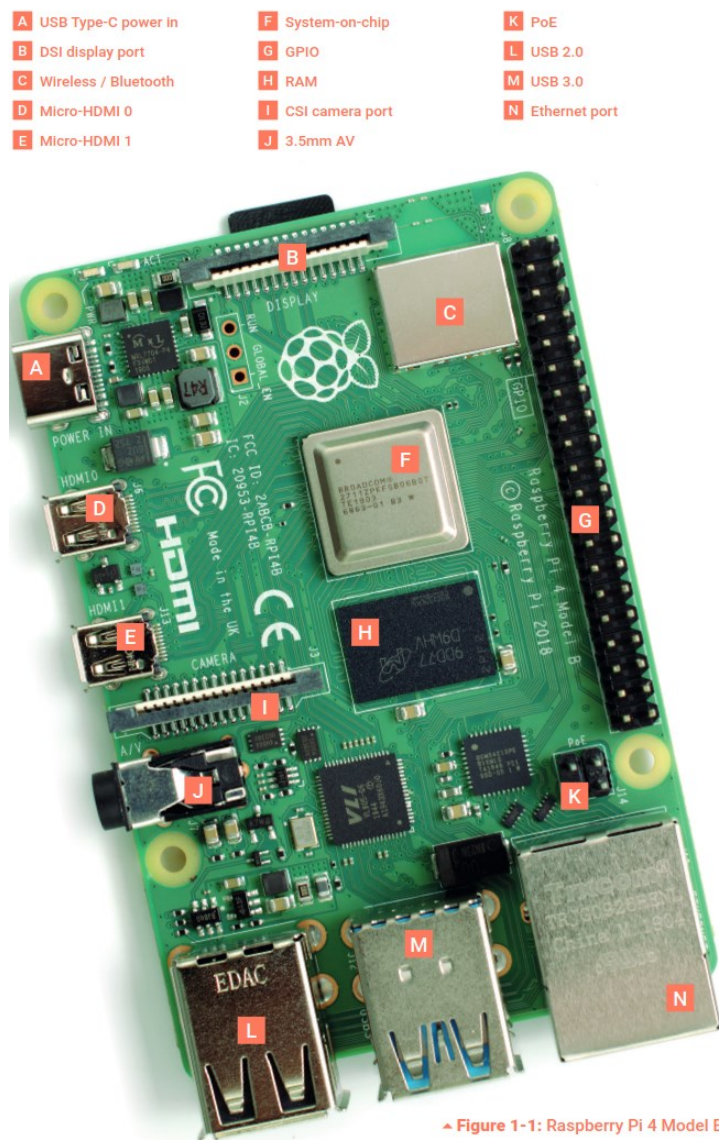


Рисунок 2.1 - Схема розмітки Raspberry Pi

Raspberry Pi класифікується як одноплатний комп'ютер, що означає, що всі основні компоненти комп'ютера інтегровані на одній друкованій платі (PCB). Незважаючи на свій мініатюрний розмір, який можна порівняти з розміром кредитної картки, Raspberry Pi має значні обчислювальні можливості. Хоча він може не зрівнятися зі швидкістю обробки даних з більшими, більш енергоємними комп'ютерами, він є достатньо універсальним для виконання широкого спектру завдань, які зазвичай виконуються настільними комп'ютерами, ноутбуками і навіть смартфонами.

З моменту появи першої моделі В сімейство Raspberry Pi розширилося до різних моделей, кожна з яких має покращені технічні характеристики або функції, призначені для конкретних випадків використання. Наприклад, серія Raspberry Pi Zero пропонує більш компактну версію стандартного Raspberry Pi, позбавлену деяких функцій, таких як кілька USB-портів і дротових мережевих інтерфейсів. Таке скорочення забезпечує менший форм-фактор і менше енергоспоживання, що робить його придатним для проектів, де простір та енергоефективність є критично важливими.

Об'єднуючою характеристикою всіх моделей Raspberry Pi є їх програмна сумісність. Додатки, розроблені для однієї моделі, зазвичай працюють на інших моделях сімейства. Ця сумісність поширюється і на операційну систему, дозволяючи виконувати найновіші версії на більш ранніх прототипах, таких як попередня модель В, хоча і зі зниженою продуктивністю. Ця сумісність забезпечує довговічність і гнучкість у використанні пристроїв Raspberry Pi різних поколінь.

2.1.3 Огляд ESP32

ESP32 є мікроконтролером, розробленим компанією Espressif Systems, яка базується в Шанхаї, Китай. Цей мікроконтролер позиціонується як самостійне рішення для Wi-Fi мережевих застосунків, пропонуючи міст між існуючими мікроконтролерами та бездротовими мережами. Крім того, ESP32 здатний виконувати автономні додатки, що розширює його функціональні можливості та робить його привабливим для різноманітних інженерних та хобі проєктів.

Об'ємне виробництво ESP32 розпочалося наприкінці 2016 року, що свідчить про його відносну новизну в лінійці процесорів. У сучасному технологічно насиченому світі нові продукти зазвичай викликають значний інтерес та увагу. Через кілька років після початку виробництва інтегральних схем, сторонні виробники обладнання (OEM) почали використовувати ці чіпи для створення "breakout board" — друкованих плат розширення. Без додаткових плат ESP32 важко використовувати через свій компактний розмір та складність підключення до макетних плат, що робить його недоступним для аматорів без спеціалізованих навичок.

OEM-компанії здійснюють масові закупівлі ESP32, розробляють базові електричні схеми та друковані плати, а також виготовляють готові платформи з попередньо приєднаними чіпами, готовими до використання кінцевими користувачами. Самі по собі ці платформи приваблюють користувачів завдяки своїй доступності та зручності, доступні за низькою ціною на платформах типу eBay. Існує різноманіття стилів плат, однак з

точки зору програмування вони зазвичай мають однакову функціональність, що спрощує розробку програмного забезпечення незалежно від обраної платформи.

ESP32 є високопродуктивним мікроконтролером з вбудованими Wi-Fi та Bluetooth модулями, що дозволяє його використовувати у широкому спектрі бездротових застосунків. Його компактний розмір та низьке споживання енергії роблять його ідеальним вибором для проєктів Інтернету речей (IoT), де важливі малі розміри та енергоефективність. ESP32 також підтримує різні периферійні інтерфейси, такі як SPI, I2C, UART, що забезпечує високу гнучкість при інтеграції з іншими компонентами системи.

ESP32 знайшов своє застосування у різних сферах, включаючи домашню автоматизацію, охоронні системи, носимі пристрої, а також у промислових контролерах. Його здатність до бездротової комунікації дозволяє створювати розумні пристрої, які можуть взаємодіяти між собою та з Інтернетом, забезпечуючи високий рівень інтеграції та автоматизації.

ESP32, будучи сучасним мікроконтролером з високими можливостями для бездротової комунікації, є важливим інструментом для розробників. Завдяки підтримці широкого спектра сторонніх плат та доступності, ESP32 продовжує розширювати свої можливості та застосування у різних сферах технологічного розвитку. Його інтегровані функції та гнучкість роблять його незамінним компонентом у створенні інноваційних проєктів та рішень для сучасного технологічного світу.

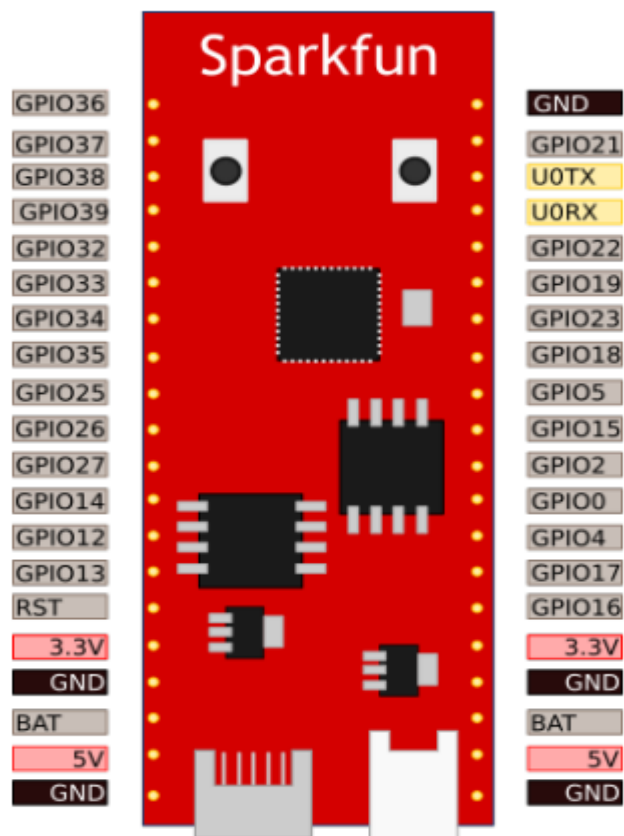


Рисунок 2.2 - Розмітка ESP32

Таблиця 2.1 - Детальні характеристики ESP32.

Характеристики	Подробиці
Напруга	3.3V
Флеш пам'ять	Вбудована
Процесор	Tensilica
Швидкість процесора	160Mhz
Оперативна пам'ять	520K
GPIOs	34

Analog to Digital	7
802.11 support	11b/g/n/e/i
Bluetooth	16
Maximum concurrent TCP connection	3
SPI	2
I2S	2
UART	3

2.1.4 Огляд Arduino

Arduino Uno є популярною мікроконтролерною платою.

На платі Arduino Uno розташований регулятор напруги 5V, який стабілізує вхідну напругу від 7V до 12V до постійних 5V. Цей регулятор має великий розмір для поверхневого монтажу, що дозволяє ефективно розсіювати тепло при високому струмі, що корисно для живлення зовнішньої електроніки. Крім того, плата може бути живленою через USB-порт, який також використовується для програмування Arduino.

Підключення живлення включає роз'єм Reset, який скидає мікроконтролер, змушуючи його почати виконання програми з початку, подібно до перезавантаження ПК. Інші піни забезпечують різні рівні напруги (3.3V, 5V, GND та Vin), де GND означає нульову напругу, яка є опорною для всіх інших напруг на платі.

Шість аналогових входів (A0-A5) дозволяють вимірювати напругу, подану на них, для використання у програмах Arduino. Ці піни можуть функціонувати як аналогові або цифрові входи/виходи, забезпечуючи гнучкість у застосуванні. Цифрові підключення (Digital 0-13) можуть використовуватися як цифрові входи або виходи, підтримуючи до 40 мА при 5V. Піни RX та TX призначені для серійної комунікації через USB-з'єднання з комп'ютером.

Серцем плати є мікроконтролер ATmega328, який виконує програмні інструкції, збережені у флеш-пам'яті. Цей мікроконтролер забезпечує обробку даних та управління цифровими виходами. Пам'ять EEPROM використовується для зберігання даних, які не втрачаються при вимиканні живлення, що дозволяє зберігати важливу інформацію навіть після скидання або вимикання пристрою.

На платі також розташований кварцовий осцилятор, який забезпечує тактову частоту 16 МГц для мікроконтролера, дозволяючи виконувати операції додавання, віднімання та інші математичні обчислення. Перемикач Reset у верхньому лівому куті надсилає логічний імпульс до піна Reset мікроконтролера, змушуючи його перезавантажити програму та очистити пам'ять, при цьому зберігаючи дані у флеш-пам'яті.

Arduino було розроблено спочатку як засіб для навчання студентів основам програмування та електроніки, а пізніше комерційно представлено Массимо Банці та Давідом Куартієллесом у 2005 році. Завдяки відкритим дизайнам та підтримці спільноти, Arduino здобуло величезний успіх серед творців, студентів та художників. Всі дизайни Arduino доступні за ліцензією Creative Commons, що дозволило створювати багато більш доступних альтернативних плат з назвою "*duino", такі як Boarduino,

Seeeduino та Freeduino. У 2014 році відбувся конфлікт між оригінальною командою Arduino та їхнім головним виробником, що призвело до появи плат з назвою Genuino Uno за межами США.[9]

Ще однією причиною успіху Arduino є велика кількість сумісних щитків (shields), які підключаються до верхньої частини плати, розширюючи її функціональність без необхідності паяння. До найпопулярніших модулів належать Ethernet, Motor для керування електричними моторами, USB Host для контролю USB-пристроїв та Relays для перемикання реле. Завдяки цим щиткам, користувачі можуть легко створювати складні проекти.

Arduino Uno є універсальною та доступною платформою для створення різноманітних електронних проектів. Її простота використання, широкий спектр сумісних щитків та активна спільнота роблять її ідеальним вибором для освітніх цілей, хобі проектів та професійних застосувань.

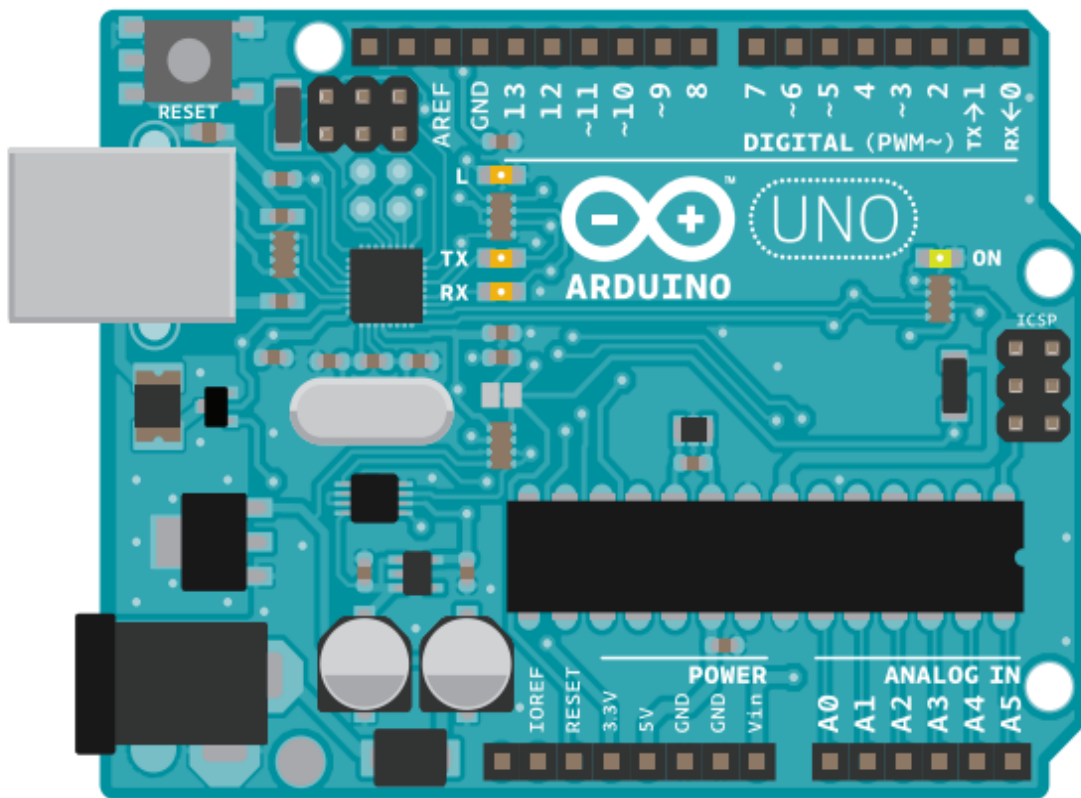


Рисунок 2.3 - Макет плати Arduino

2.1.5 Порівняльний аналіз АОП

В цьому підрозділі розглянемо лише дві АОП, а саме ESP32 та Arduino, тому що ці варіанти будуть набагато дешевшими, порівнюючи ціну на Raspberry Pi за 75 доларів.

ESP32 та Arduino є двома найпопулярнішими платами для розробки на основі мікроконтролерів, які значно вплинули на розвиток вбудованих систем та DIY-проектів. Обидві платформи функціонують схожим чином, але мають суттєві відмінності у програмуванні, апаратних характеристиках,

обчислювальній потужності та інших ключових аспектах. ESP32, розроблений компанією Espressif Systems, вирізняється високою продуктивністю та вбудованими можливостями Wi-Fi і Bluetooth, що робить його ідеальним вибором для IoT-застосунків. У той же час, Arduino здобуло широку популярність завдяки простоті використання та великій спільноті користувачів, що робить його особливо привабливим для освітніх цілей та хобістських проєктів.

Основною перевагою ESP32 є його двоядерний процесор, який забезпечує вищу обчислювальну потужність порівняно з однопроцесорними Arduino, а також значно більше оперативної пам'яті та флеш-пам'яті, що дозволяє виконувати складніші завдання та підтримувати більш об'ємні програми. Крім того, інтегровані модулі бездротового зв'язку дозволяють ESP32 легко підключатися до Інтернету та інших бездротових пристроїв без необхідності додаткових компонентів. Навпаки, Arduino відомий своєю простотою та доступністю, що робить його ідеальним для початківців та тих, хто цінує легкість інтеграції різних датчиків та виконавчих пристроїв без складних налаштувань.

Щодо програмування, ESP32 підтримує широкий спектр мов та середовищ розробки, включаючи Arduino IDE, MicroPython, Lua та ESP-IDF, що надає розробникам більше гнучкості та можливостей для вибору інструментів, що найкраще відповідають їхнім потребам. Arduino, з іншого боку, має власну, інтуїтивно зрозумілу середу програмування, яка спрощує процес створення та завантаження програм на плату, що особливо цінується в освітніх установах та серед ентузіастів.

Таблиця 2.2 - Детальний аналіз характеристик АОП

Характеристика	ESP32	ARDUINO
Напруга	3.3v	5v
RAM	520KB	2KB
Процесор	Tensilica Xtensa LX6	8-bit ATmega328P
Швидкість процесора	240 MHz	16 Mhz
Bluetooth	Підтримується	Не підтримується
Операційна система	Потребує Unix систему	Не потребує
GPIO	48	20
Аналогові входи	18	6

Порівнюючи дві платформи ESP32 та Arduino, можна зробити висновок, що для системи контролю за кліматичними показниками більш доцільно обрати ESP32. Це зумовлено його високою обчислювальною потужністю та вбудованими можливостями Wi-Fi і Bluetooth, що дозволяє легко інтегрувати бездротові сенсори та забезпечувати віддалений моніторинг кліматичних параметрів. Крім того, ESP32 підтримує різні мови програмування та середовища розробки, що надає більше гнучкості у створенні складних та інтерактивних систем контролю. З іншого боку, для більш масового та широкого застосування краще використати Arduino завдяки його простоті використання, доступності компонентів та великій спільноті користувачів. Arduino ідеально підходить для початківців та

проектів, де пріоритетом є легкість інтеграції різних датчиків і виконавчих пристроїв без складного налаштування. Тому потрібно подбати про веб-сервер, що може забезпечити можливість працювати через API з двома платформами.

2.2 Вибір платформи на базі АОП Arduino

Для реалізації даного проекту було обрано платформу Arduino Nano на базі мікроконтролера ATmega328P. Arduino Nano представляє собою компактну плату з мікроконтролером, яка дозволяє програмувати та керувати різноманітними зовнішніми пристроями. Ця плата забезпечує взаємодію з більшістю зовнішніх компонентів, таких як датчики, двигуни, світлодіоди та динаміки, що робить її універсальним інструментом для розробки різних електронних проектів.

Arduino Nano є одноплатним контролером з відкритим вихідним кодом, що дозволяє використовувати його в безлічі різних додатків. Завдяки своїй простоті та доступності, Arduino Nano став найпопулярнішою платформою серед ентузіастів, студентів та професійних розробників. Велика спільнота користувачів активно обговорює та ділиться різноманітними проектами з його застосуванням, що сприяє швидкому навчальному процесу та обміну досвідом. Самостійне вивчення Arduino Nano не займає багато часу, що робить цю платформу ідеальним вибором для тих, хто тільки починає свій шлях у світі мікроконтролерів.



Рисунок 2.4 - Платформа Arduino Nano

Однією з ключових переваг Arduino Nano є його сумісність з різними видами мікроконтролерів, зокрема Atmel AVR та Atmel ARM, а також наявність USB-інтерфейсу в деяких версіях. Це забезпечує гнучкість у використанні платформи для різних завдань та проектів. На платі присутні 14 цифрових входів/виходів, з яких 6 можуть використовуватися як виходи з широтною модуляцією (PWM), а також 8 аналогових входів, що дозволяє підключати та вимірювати різні аналогові сигнали. Максимальний струм на кожному цифровому виході становить 40 мА, що достатньо для управління стандартними світлодіодами, але недостатньо для безпосереднього керування електричними моторами.

Arduino Nano оснащена флеш-пам'яттю об'ємом 16 КБ або 32 КБ залежно від типу чіпа, оперативною пам'яттю (RAM) об'ємом 1 КБ або 2 КБ

та EEPROM пам'яттю об'ємом 512 байт або 1 КБ. Частота роботи мікроконтролера становить 16 МГц, що забезпечує достатню швидкість обробки даних для більшості проектів. Компактні розміри плати (19 x 42 мм) дозволяють легко інтегрувати Arduino Nano в обмежені простори, що особливо важливо для портативних та інтегрованих систем.

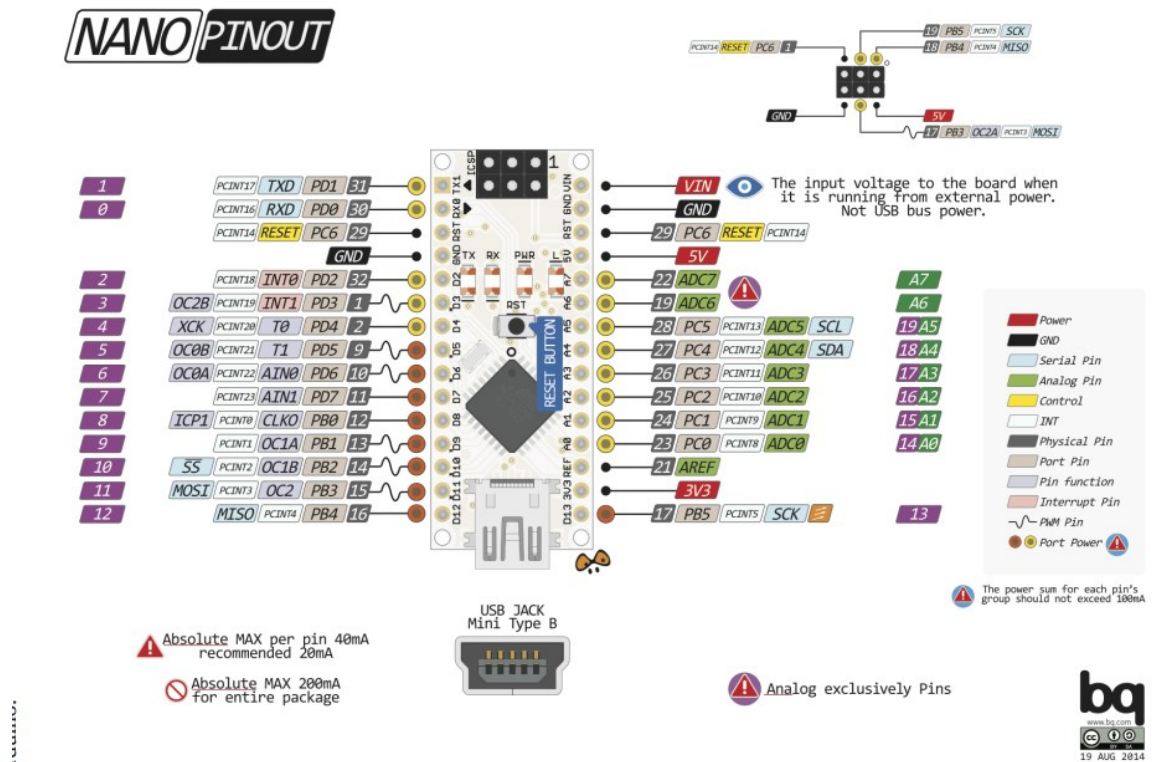


Рисунок 2.5 - Схема Arduino Nano

Вартість плати Arduino Nano залежить від набору функцій та комплектації, коливаючись від семи до сорока п'яти доларів. Ця ціна робить Arduino Nano доступним вибором для широкого кола користувачів включаючи студентів, аматорів та професіоналів, які прагнуть створювати високоякісні електронні проекти без значних фінансових витрат.

Таким чином, Arduino Nano є ідеальним вибором для реалізації проектів, що вимагають компактності, доступності та широкої функціональності. Його простота використання, велика кількість доступних компонентів та активна спільнота підтримки роблять цю платформу незамінним інструментом для розробників різного рівня підготовки.

2.3 Датчик температури DHT22/11

Датчики температури DHT22 та DHT11 є одними з найпопулярніших сенсорів, що використовуються в проектах на базі мікроконтролерів, таких як Arduino та ESP32. Вони призначені для вимірювання температури та вологості повітря, забезпечуючи простий інтерфейс для інтеграції у різноманітні електронні системи. Незважаючи на схожість у функціональності, між цими моделями існують суттєві відмінності, що робить їх придатними для різних застосувань.

DHT11:

- Температурний діапазон: від 0°C до 50°C
- Точність вимірювання температури: $\pm 2^\circ\text{C}$
- Вологісний діапазон: від 20% до 90% відносної вологості (RH)
- Точність вимірювання вологості: $\pm 5\% \text{ RH}$
- Частота оновлення даних: 1 раз на 2 секунди
- Вартість: Нижча порівняно з DHT22, що робить його привабливим для бюджетних проектів

DHT22 (також відомий як AM2302):

- Температурний діапазон: від -40°C до $+80^{\circ}\text{C}$
- Точність вимірювання температури: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- Вологісний діапазон: від 0% до 100% RH
- Точність вимірювання вологості: $\pm 2-5\%$ RH
- Частота оновлення даних: 1 раз на 2 секунди
- Вартість: Вища порівняно з DHT11, але забезпечує кращу точність

та ширший діапазон вимірювань

Обидва датчики працюють на основі цифрової технології, використовуючи одноразовий цифровий сигнал для передачі даних про температуру та вологість до мікроконтролера. Вони складаються з термістора для вимірювання температури та гігростата для визначення вологості. Датчики обробляють аналоговий сигнал від цих компонентів і конвертують його у цифровий формат, який може бути легко прочитаний мікроконтролером через один цифровий пін.

Датчики DHT11 та DHT22 мають три або чотири контактні виводи:

1. VCC: Підключається до джерела живлення (зазвичай 5V або 3.3V)
2. DATA: Цифровий вихідний сигнал, який передає дані про температуру та вологість
3. NC (Не підключено): Інколи присутній, але не використовується
4. GND: Підключається до землі

Для стабільної роботи рекомендується використовувати резистор підтягу (звичайно 10 кОм) між VCC та DATA піном.

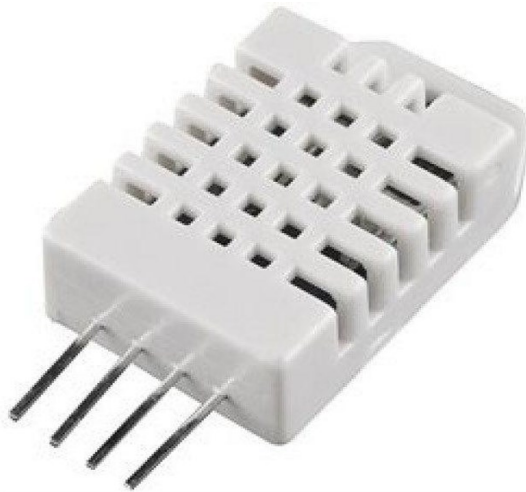


Рисунок 2.6 - Датчик температури та вологості DHT22/11

2.4 Блютуз модуль HC - 05 Bluetooth Serial Module

Bluetooth модуль HC-05 є одним із найпопулярніших бездротових модулів, що використовується в електронних проектах для забезпечення серійної комунікації між мікроконтролерами та іншими пристроями. Цей модуль дозволяє легко інтегрувати бездротове з'єднання у різні системи, що робить його незамінним компонентом для проектів Інтернету речей (IoT), домашньої автоматизації, робототехніки та інших застосувань.

Основні характеристики

- Модуль HC-05 володіє наступними ключовими характеристиками:

- Технологія бездротового зв'язку: Bluetooth 2.0+EDR (Enhanced Data Rate)
- Діапазон частот: 2.4 GHz
- Максимальна швидкість передачі даних: до 3 Мбіт/с

- Режими роботи: майстер (Master) та слейв (Slave)
- Напруга живлення: 3.3V (рекомендується 5V з регулятором напруги)
- Інтерфейс: UART (серійний)
- Довжина антени: 6 мм
- Розміри: приблизно 2.2 см × 1.5 см

Модуль HC-05 працює на основі технології Bluetooth, яка забезпечує бездротову комунікацію між двома або більше пристроями на коротких відстанях. HC-05 підтримує два основних режими роботи: майстер (Master) та слейв (Slave). У режимі майстра модуль може ініціювати з'єднання з іншими Bluetooth-пристроями, тоді як у режимі слейва він приймає з'єднання від майстрів. Це дозволяє гнучко налаштовувати комунікацію залежно від вимог проекту.

HC-05 використовує серійний інтерфейс UART для обміну даними з мікроконтролером. Це означає, що дані передаються послідовно, біт за бітом, через два основні піни: TX (передача) та RX (прийом). Для забезпечення стабільної роботи рекомендується використовувати резистор поділу напруги між Arduino та HC-05, оскільки Arduino працює на 5V, а HC-05 — на 3.3V.

Підключення модуля HC-05 до мікроконтролера, наприклад, Arduino, є досить простим процесом. Основні підключення включають:

- VCC: Підключається до джерела живлення (5V через регулятор напруги)
- GND: Підключається до землі (GND) мікроконтролера
- TXD: Підключається до RX піну мікроконтролера через резистор поділу напруги

- RXD: Підключається до TX піну мікроконтролера
- KEY: Використовується для переходу в режим конфігурації (не завжди необхідно)

Для забезпечення надійного з'єднання та уникнення помилок у передачі даних, важливо правильно налаштувати швидкість передачі (baud rate) як на мікроконтролері, так і на модулі HC-05. Типові налаштування включають 9600 або 115200 біт/с.

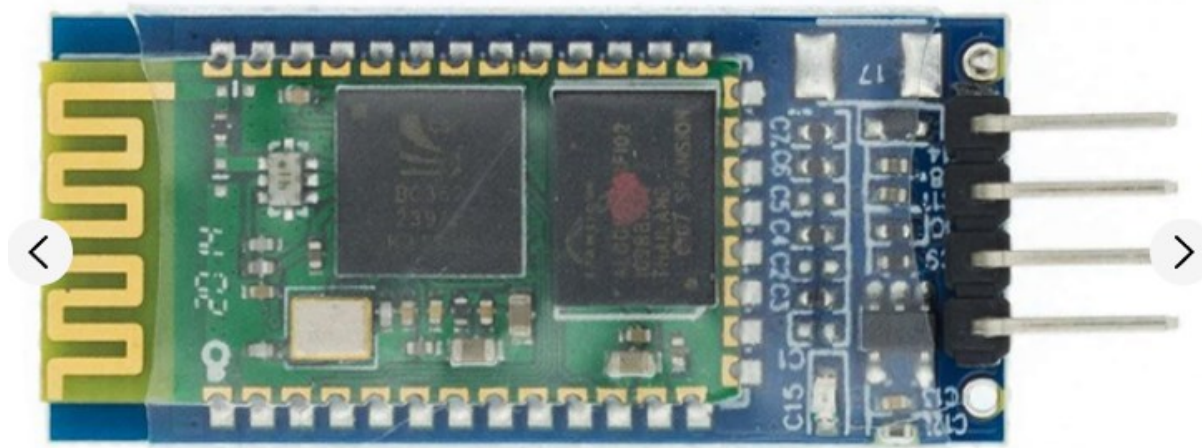


Рисунок 2.7 - Модуль HC - 05 Bluetooth Serial Module

2.5 Проєктування базового пристрою для збору даних.

Використаємо компоненти які описали вище, а саме Arduino Nano, модуль HC - 05 Bluetooth Serial Module та Датчик температури та вологості DHT22/11 з виносним живленням, аби мати змогу працювати окремо.

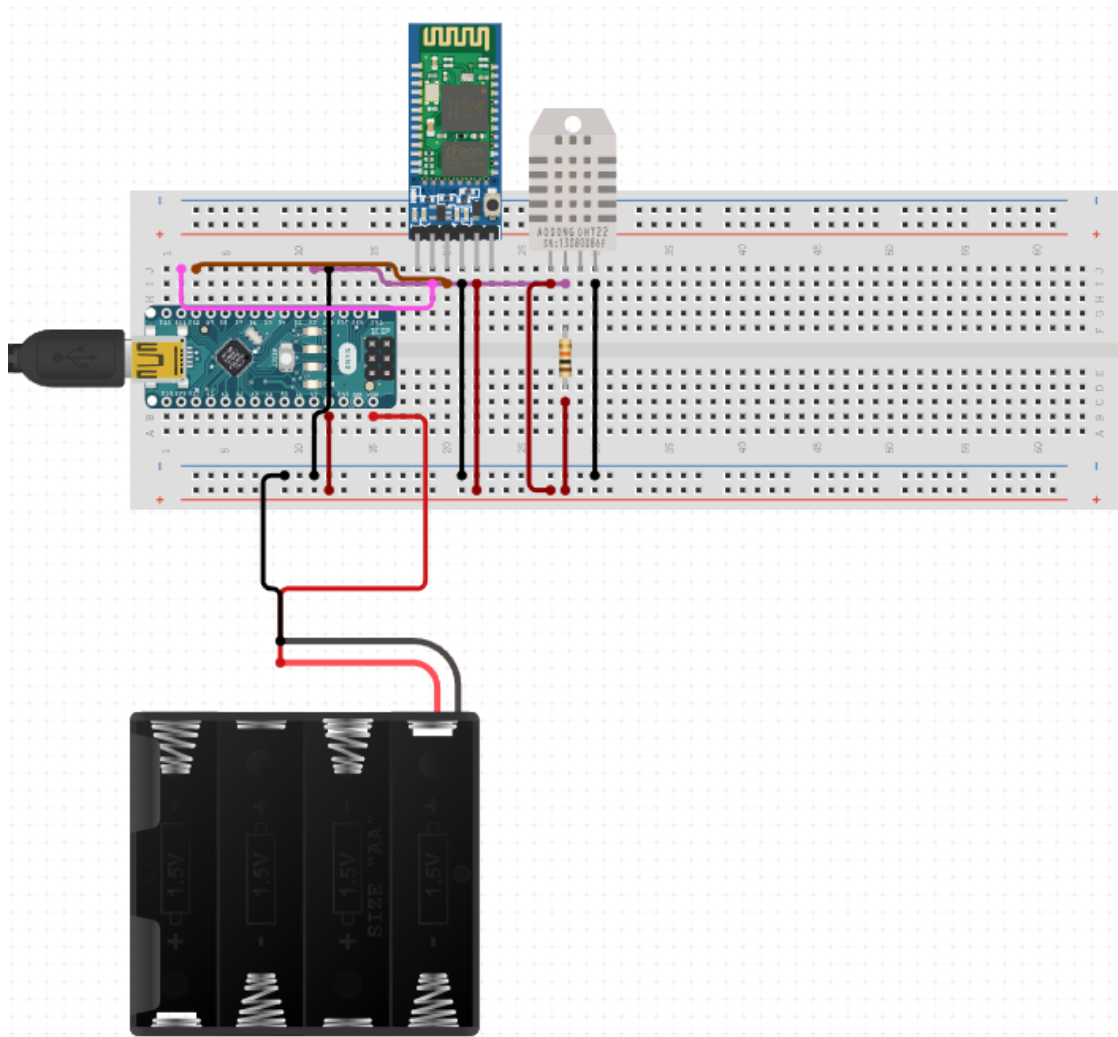


Рисунок 2.8 - Схема базового пристрою для збору даних

На малюнку схематично зображено принципову схему підключення периферійних пристроїв до мікроконтролера з використанням макетної плати. Центральним елементом схеми виступає мікроконтролер Arduino Nano, виконаний на базі мікропроцесора ATmega328P. Даний мікроконтролер забезпечує обробку сигналів та керування підключеними пристроями.

Для вимірювання параметрів навколишнього середовища в схемі передбачено використання датчика DHT11, призначеного для реєстрації

температури та відносної вологості. Датчик DHT11 підключається до мікроконтролера трьома провідниками: живлення (VCC), земля (GND) та сигнальний вивід (DATA). Сигнальний вивід датчика з'єднується з цифровим входом/виходом D2 мікроконтролера Arduino Nano. Живлення датчика здійснюється від зовнішнього джерела через відповідні шини макетної плати.

Візуальна індикація стану системи або результатів вимірювань реалізується за допомогою світлодіода, анод якого підключений до цифрового виходу D3 мікроконтролера, а катод – до загальної шини (GND) макетної плати через струмообмежувальний резистор. Використання резистора необхідне для обмеження струму, що протікає через світлодіод, та запобігання його виходу з ладу.

Електроживлення схеми забезпечується від батарейного блоку, що складається з чотирьох гальванічних елементів типу АА, з'єднаних послідовно. Позитивний полюс батарейного блоку з'єднаний з входом VIN мікроконтролера Arduino Nano та з плюсовою шиною макетної плати, що позначена червоним кольором. Негативний полюс батарейного блоку з'єднаний з загальною шиною (GND) макетної плати, позначеною чорним кольором. Таке підключення забезпечує подачу напруги живлення як на мікроконтролер, так і на периферійні пристрої.

2.6 Проєктування взаємодії між компонентами та клієнтської частиною користувача

Проєкт системи контролю кліматичних показників у багатоквартирних будинках базується на інтеграції різних апаратних та програмних компонентів, що працюють разом для забезпечення точного моніторингу та управління умовами в приміщеннях. Основними компонентами системи є мікроконтролер (Arduino Nano або ESP32), датчики температури та вологості (DHT22), Bluetooth модуль (HC-05), веб-сервер та API, а також клієнтська частина користувача, яка може бути реалізована у вигляді мобільного додатку або веб-інтерфейсу.

Мікроконтролер, розташований у центральному вузлі системи, відповідає за збір даних з підключених датчиків температури та вологості. Датчики DHT22 забезпечують точні вимірювання кліматичних параметрів у реальному часі, передаючи ці дані до мікроконтролера через аналогові входи. Мікроконтролер обробляє отримані дані та передає їх до клієнтської частини користувача через Bluetooth модуль HC-05, а також відправляє інформацію на веб-сервер через інтерфейс API.

Bluetooth модуль HC-05 виступає як бездротовий посередник між мікроконтролером та клієнтським пристроєм (ПК або смартфоном). Він забезпечує стабільну та надійну передачу даних, дозволяючи користувачам отримувати актуальну інформацію про кліматичні умови у своєму житловому просторі без необхідності використання додаткових кабелів чи проводів.

Веб-сервер є ключовим компонентом системи, який відповідає за зберігання, обробку та надання доступу до кліматичних даних через API (Application Programming Interface). Мікроконтролер надсилає зібрані дані на веб-сервер, де вони зберігаються в базі даних для подальшого аналізу та історичного обліку. API забезпечує можливість взаємодії клієнтської частини з сервером, дозволяючи отримувати, оновлювати та видаляти дані за запитами користувачів або інших систем.

API також дозволяє інтегрувати систему контролю клімату з іншими сервісами та платформами, такими як Home Assistant або HomeKit, розширюючи можливості автоматизації та управління розумним домом. Завдяки API, користувачі можуть створювати власні сценарії автоматизації, наприклад, автоматичне регулювання температури та вологості на основі погодних умов або особистих уподобань.

Клієнтська частина системи представлена у вигляді мобільного додатку або веб-інтерфейсу, який дозволяє користувачам переглядати зібрані дані в реальному часі. Інтерфейс користувача включає графіки та діаграми, що відображають зміни температури та вологості протягом дня, а також історичні дані для аналізу тенденцій. Користувачі можуть також налаштовувати параметри оповіщень, щоб отримувати сповіщення при досягненні певних значень температури або вологості.

Мобільний додаток або веб-інтерфейс спілкується з мікроконтролером через Bluetooth-з'єднання та з веб-сервером через API, отримуючи дані, які потім обробляються та відображаються у зручній для користувача формі. Це дозволяє здійснювати віддалений моніторинг кліматичних умов та швидко реагувати на зміни, забезпечуючи комфортні умови проживання.

Збір даних: Датчики DHT22 постійно вимірюють температуру та вологість у приміщенні, передаючи ці дані до мікроконтролера.

Обробка даних: Мікроконтролер обробляє отримані дані, проводячи необхідні обчислення та аналіз.

Передача даних: Оброблені дані передаються до клієнтської частини через Bluetooth модуль HC-05 та на веб-сервер через API.

Зберігання даних: Веб-сервер зберігає отримані дані в базі даних для подальшого аналізу та історичного обліку.

Відображення даних: Клієнтський додаток або веб-інтерфейс отримує дані через Bluetooth та API, відображаючи їх у вигляді графіків, діаграм та інших візуальних елементів.

Оповіщення та взаємодія: Користувачі можуть налаштовувати сповіщення та автоматизовані дії, що дозволяє системі реагувати на зміну кліматичних параметрів, наприклад, включати вентилятор або кондиціонер при перевищенні певної температури.

Для забезпечення безпеки передаваних даних використовується шифрування Bluetooth-з'єднання, що захищає інформацію від несанкціонованого доступу. Крім того, система використовує безпечний протокол для комунікації між мікроконтролером та веб-сервером через API, що гарантує цілісність та конфіденційність даних. Резервні механізми збереження даних забезпечують їх доступність навіть у випадку збоїв або відключення живлення. Віддалений хостинг клієнтської частини дозволяє користувачам мати контроль над своїми даними та системою безпеки, забезпечуючи додатковий рівень захисту.

Проект системи контролю кліматичних показників інтегрує потужні апаратні компоненти з інтуїтивно зрозумілим клієнтським інтерфейсом та надійним веб-сервером з API, забезпечуючи користувачам можливість ефективного моніторингу та управління умовами в приміщеннях. Завдяки використанню мікроконтролера Arduino Nano або ESP32, високоякісних датчиків, бездротового Bluetooth-з'єднання та веб-сервера з API, система є гнучкою, надійною та легко масштабованою, що робить її ідеальним рішенням для сучасних житлових просторів.

2.7 Висновки до 2 розділу

У даному розділі було проведено детальний аналіз існуючих IoT платформ, зокрема Raspberry Pi, ESP32 та Arduino, з метою визначення найбільш придатної для реалізації системи контролю кліматичних показників у багатоквартирних будинках. Raspberry Pi демонструє високу обчислювальну потужність та універсальність, що робить його придатним для широкого спектру застосувань, проте його вартість та складність налаштування можуть стати перешкодою для аматорів та початківців. ESP32, з іншого боку, пропонує інтегровані можливості Wi-Fi та Bluetooth, високу обчислювальну потужність та енергоефективність, що робить його ідеальним вибором для IoT-застосунків, де критично важливі бездротові комунікації та швидка обробка даних.

Проте, після порівняльного аналізу, Arduino Nano було обрано як основну платформу для нашого проекту завдяки своїй простоті використання, доступності компонентів та великій спільноті користувачів.

Arduino Nano, з мікроконтролером ATmega328P, забезпечує достатню функціональність для збору та обробки даних з датчиків температури та вологості, а також інтеграцію з Bluetooth модулем HC-05 для бездротової передачі даних. Ця платформа є оптимальним вибором для проектів, орієнтованих на початківців та тих, хто цінує легкість інтеграції різних периферійних пристроїв без необхідності складних налаштувань.

Крім того, було розглянуто використання датчиків температури та вологості DHT22/11, які забезпечують точні та надійні вимірювання кліматичних параметрів, а також Bluetooth модуля HC-05, який дозволяє ефективну бездротову комунікацію між мікроконтролером та клієнтською частиною користувача. Проектування базового пристрою для збору даних включало інтеграцію цих компонентів на макетній платі, що забезпечує гнучкість та можливість подальшого розширення системи.

Особливу увагу приділено проектуванню взаємодії між апаратними компонентами та клієнтською частиною користувача, яка включає веб-сервер та API для забезпечення доступу до зібраних даних через мобільний додаток або веб-інтерфейс. Це дозволяє користувачам здійснювати віддалений моніторинг кліматичних умов, налаштовувати оповіщення та автоматизовані дії, що підвищує комфорт та ефективність управління житловим простором.

Таким чином, обрані компоненти та архітектура системи відповідають основним вимогам проекту, забезпечуючи надійний збір, обробку та передачу кліматичних даних. Використання Arduino Nano разом із датчиками DHT22/11 та Bluetooth модулем HC-05 створює гнучку та масштабовану платформу, яка може бути адаптована до різних умов та потреб користувачів. Завдяки інтеграції з веб-сервером та API, система

контролю кліматичних показників є не лише ефективною, але й зручною у використанні, що робить її ідеальним рішенням для сучасних житлових просторів.

3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ

3.1 Опис реалізації програмного забезпечення

Система моніторингу кліматичних показників реалізована на базі мікроконтролера Arduino Nano із підключенням датчика DHT22/11 для зчитування температури та вологості, а також Bluetooth модуля HC-05 для передачі даних на мобільний клієнт. Основна мета коду — забезпечити збір, обробку та передачу даних кліматичних параметрів через бездротове з'єднання з подальшим відображенням їх у мобільному додатку.

Код починається з підключення необхідних бібліотек, які забезпечують роботу з периферійними пристроями. DHT.h використовується для зчитування даних із датчика температури й вологості, а BTHC05.h — для налаштування та управління Bluetooth-з'єднанням.

Основні пін-коди для підключення периферійних пристроїв оголошені через макроси:

Лістинг 3.1 - Підключення пін-кодів периферійних пристроїв

```
#define BTHC05_PIN_TXD 11  
  
#define BTHC05_PIN_RXD 10  
  
#define DHT_PIN_DATA 2
```

Модуль HC-05 використовує пін 11 для передачі даних та пін 10 для їх отримання, тоді як датчик DHT22 підключений до цифрового піна 2 для передачі своїх даних.

Код організовано у дві основні функції: `setup()` та `loop()`. У `setup()` виконується ініціалізація компонентів: створюються серійні з'єднання, активуються Bluetooth-модуль та датчик. В `loop()` реалізовано основну логіку: зчитування даних, передача їх через Bluetooth та виведення у серійний монітор.

Ініціалізація Bluetooth-модуля HC-05 виглядає наступним чином:

Лістинг 3.2 - Ініціалізація Bluetooth модуля

```
BTNC05 bthc05(BTNC05_PIN_RXD, BTNC05_PIN_TXD);  
  
bthc05.begin(9600);  
  
bthc05.println("Bluetooth On....");
```

Цей фрагмент встановлює швидкість передачі даних на рівні 9600 біт/с та надсилає повідомлення про готовність Bluetooth-з'єднання. Для зчитування даних із датчика DHT22 використовується методи `readHumidity()` та `readTempC()`:

Лістинг 3.3 - Частина коду для встановлення швидкості передачі даних та сповіщення про з'єднання

```
float dhtHumidity = dht.readHumidity();  
  
float dhtTempC = dht.readTempC();
```

```
Serial.print(F("Humidity: ")); Serial.print(dhtHumidity);  
Serial.print(F(" [%]\t"));
```

```
Serial.print(F("Temp:      ")); Serial.print(dhtTempC);  
Serial.println(F(" [C]"));
```

Отримані дані відображаються у серійному моніторі, що спрощує процес відлагодження.

Меню для тестування компонентів реалізовано через серійний монітор. Користувач може обрати тестування Bluetooth або датчика DHT22/11:

Лістинг 3.4 - Реалізація меню компонентів

```
char menu() {  
  
    Serial.println(F("\nWhich component would you like to  
test?"));  
  
    Serial.println(F("(1) HC - 05 Bluetooth Serial Module"));  
  
    Serial.println(F("(2) DHT22/11 Humidity and Temperature  
Sensor"));  
  
    while (!Serial.available());  
  
    char c = Serial.read();  
  
    return c;  
  
}
```

3.2 Розробка клієнтської частини для мобільного телефону

Клієнтська частина реалізована у вигляді мобільного додатку, створеного на платформі Android Studio. Основна мета додатку полягає у прийомі даних із мікроконтролера через Bluetooth-з'єднання, їх обробці та відображенні у зручному графічному інтерфейсі. Крім того, додаток забезпечує користувачеві можливість встановлення порогових значень для кліматичних показників, за якими генеруються сповіщення.

Для встановлення з'єднання використовується стандартний механізм пошуку та спарювання Bluetooth-пристроїв. Основний код для встановлення з'єднання виглядає так:

Лістинг 3.5 - Встановлення з'єднання з пристроєм в додатку Android

```
BluetoothAdapter bluetoothAdapter =
BluetoothAdapter.getDefaultAdapter();

BluetoothDevice device =
bluetoothAdapter.getRemoteDevice("XX:XX:XX:XX:XX:XX"); // MAC-
адреса пристрою HC-05

UUID MY_UUID = UUID.fromString("00001101-0000-1000-8000-
00805F9B34FB");

BluetoothSocket socket;

try {

    socket =
device.createRfcommSocketToServiceRecord(MY_UUID);
```

```

socket.connect();

Log.d("Bluetooth", "З'єднання встановлено");

} catch (IOException e) {

Log.e("Bluetooth", "Помилка встановлення з'єднання", e);

}

```

Після встановлення з'єднання прийом даних здійснюється через вхідний потік:

Лістинг 3.6 - Реалізація прийому даних.

```

InputStream inputStream = socket.getInputStream();

byte[] buffer = new byte[1024];

int bytes;

while (true) {

try {

bytes = inputStream.read(buffer);

String data = new String(buffer, 0, bytes);

Log.d("Bluetooth", "Отримано дані: " + data);

updateUI(data); // Оновлення інтерфейсу

} catch (IOException e) {

Log.e("Bluetooth", "Помилка читання даних", e);

```

```
break;
```

```
}
```

```
}
```

Прийняті дані зберігаються у локальній базі даних SQLite для аналізу. Для інтеграції бази даних використовується клас SQLiteOpenHelper, приклад створення таблиці:

Лістинг 3.7 - Реалізація зберігання даних в SQLite таблиці.

```
public class DatabaseHelper extends SQLiteOpenHelper {

    private static final String DATABASE_NAME =
"climate_data.db";

    private static final String TABLE_NAME = "climate";

    private static final String COL1 = "ID";

    private static final String COL2 = "TEMPERATURE";

    private static final String COL3 = "HUMIDITY";

    private static final String COL4 = "TIMESTAMP";

    public DatabaseHelper(Context context) {

        super(context, DATABASE_NAME, null, 1);

    }

    @Override
```

```

    public void onCreate(SQLiteDatabase db) {

        String createTable = "CREATE TABLE " + TABLE_NAME + " (ID
INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT, " +

        "TEMPERATURE TEXT, HUMIDITY TEXT, TIMESTAMP DATETIME
DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP)";

        db.execSQL(createTable);

    }

    @Override

    public void onUpgrade(SQLiteDatabase db, int oldVersion,
int newVersion) {

        db.execSQL("DROP TABLE IF EXISTS " + TABLE_NAME);

        onCreate(db);

    }

    public boolean insertData(String temperature, String
humidity) {

        SQLiteDatabase db = this.getWritableDatabase();

        ContentValues contentValues = new ContentValues();

        contentValues.put(COL2, temperature);

        contentValues.put(COL3, humidity);

        long result = db.insert(TABLE_NAME, null, contentValues);

```

```

return result != -1;

}

}

```

Інтерфейс мобільного додатку складається з головного екрана, який відображає поточні значення температури та вологості, а також кнопки для перегляду попередніх даних. Інтерфейс реалізований з використанням XML. Наприклад, головний екран:

Лістинг 3.8 - Розмітка макету головного екрану

```

<LinearLayout
xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"

    android:layout_width="match_parent"

    android:layout_height="match_parent"

    android:orientation="vertical"

    android:padding="16dp">

    <TextView

        android:id="@+id/tempTextView"

        android:layout_width="wrap_content"

        android:layout_height="wrap_content"

        android:text="Температура: "

        android:textSize="18sp"

```

```

        android:layout_gravity="center_horizontal" />

        <TextView

        android:id="@+id/humidityTextView"

        android:layout_width="wrap_content"

        android:layout_height="wrap_content"

        android:text="Вологість: "

        android:textSize="18sp"

        android:layout_gravity="center_horizontal" />

        <Button

        android:id="@+id/historyButton"

        android:layout_width="wrap_content"

        android:layout_height="wrap_content"

        android:text="Переглянути історію"

        android:layout_gravity="center_horizontal"

        android:layout_marginTop="20dp" />

    </LinearLayout>

```

Дані, отримані з Bluetooth, відображаються в режимі реального часу:

Лістинг 3.9 - Реалізація відображення отриманих даних з пристрою

```
TextView tempTextView = findViewById(R.id.tempTextView);

TextView humidityTextView =
findViewById(R.id.humidityTextView);

void updateUI(String data) {

    String[] values = data.split(","); // Приклад форматування
даних: "Temp:25.3,Hum:45.7"

    String temp = values[0].split(":")[1];

    String hum = values[1].split(":")[1];

    runOnUiThread(() -> {

        tempTextView.setText("Температура: " + temp + "°C");

        humidityTextView.setText("Вологість: " + hum + "%");

    });

}
```

Для перегляду історичних даних з локальної бази даних використовується окремий екран, де дані представлені у вигляді списку або графіків, створених із використанням бібліотеки **MPAndroidChart**.

Лістинг 3.10 - Реалізація перегляду історії даних.

```
BarChart chart = findViewById(R.id.chart);

List<BarEntry> entries = new ArrayList<>();


// Завантаження даних з бази

SQLiteDatabase db = databaseHelper.getReadableDatabase();

Cursor cursor = db.rawQuery("SELECT TEMPERATURE, TIMESTAMP
FROM climate", null);


while (cursor.moveToNext()) {

    float temp = cursor.getFloat(0);

    String timestamp = cursor.getString(1);

    entries.add(new BarEntry(timestamp, temp));

}


BarDataSet dataSet = new BarDataSet(entries,
"Температура");

BarData barData = new BarData(dataSet);

chart.setData(barData);

chart.invalidate();
```

Таким чином, мобільний додаток забезпечує інтерактивний інтерфейс для відображення даних, їхнього аналізу та оповіщення про критичні значення кліматичних показників.

3.3 Тестування системи

Тестування проводилося на апаратному та програмному рівнях. Датчик DHT22/11 був протестований у різних температурних і вологісних умовах для перевірки точності вимірювань. Модуль HC-05 перевірено на стабільність з'єднання та швидкість передачі даних. Дані, передані через Bluetooth, успішно приймалися додатком і відображалися у вигляді числових значень та графіків.

Фрагмент результатів серійного монітора:

```
Humidity: 45.3 [%] Temp: 22.7 [C]  
Bluetooth On....  
BT Raw Data: Temp: 22.7 Hum: 45.3
```

Рисунок 3.3.1 - Результат роботи серійного монітора

3.4 Висновок до 3 розділу

Система моніторингу кліматичних показників успішно інтегрує апаратну частину, програмне забезпечення мікроконтролера та клієнтську частину у вигляді мобільного додатку, забезпечуючи комплексний підхід до збору, передачі та обробки даних. Основними досягненнями є реалізація стабільного з'єднання через Bluetooth, яке гарантує безперебійну передачу інформації в реальному часі, та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс

мобільного додатку, який дозволяє користувачам легко взаємодіяти із системою.

Модульна структура програмного забезпечення забезпечує його гнучкість та розширюваність, що дозволяє адаптувати систему під конкретні потреби користувача. Наприклад, можуть бути додані функції інтеграції з веб-серверами для передачі даних через API, забезпечення віддаленого доступу та історичного аналізу. Також можлива реалізація розширених алгоритмів обробки даних, таких як прогнозування змін кліматичних параметрів на основі отриманих даних.

Проведене тестування підтвердило стабільність роботи системи в різних умовах, включаючи перевірку точності зчитування температури та вологості, надійність Bluetooth-з'єднання та коректну роботу мобільного додатку. Дані передавалися без втрат, а затримки були мінімальними, що відповідає вимогам реального часу.

Крім того, система є енергоефективною завдяки оптимізації використання апаратних ресурсів мікроконтролера та Bluetooth-модуля. Простота налаштувань і зручність у використанні роблять її доступною для широкого кола користувачів, включаючи як професійних розробників, так і ентузіастів.

Таким чином, реалізована система відповідає сучасним вимогам до систем моніторингу кліматичних показників, забезпечуючи надійність, масштабованість та високу функціональність. Це робить її перспективним інструментом для впровадження в системи розумного дому, навчальні проекти та комерційні рішення для моніторингу умов у приміщеннях.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Особливості заходів електробезпеки на підприємствах.

На підприємствах забезпечення електробезпеки є комплексним завданням, що реалізується за допомогою трьох взаємопов'язаних систем: технічних засобів і заходів, електрозахисних засобів, а також організаційно-технічних заходів і засобів.

Технічні засоби і заходи є основою системи електробезпеки та впроваджуються безпосередньо в конструкцію електроустановок на етапах їх розробки, виготовлення та монтажу. Їх можна поділити на дві групи залежно від функціонального призначення:

Забезпечення електробезпеки в нормальному режимі роботи:

Ізоляція струмовідних частин: є базовим заходом, що забезпечує як працездатність електроустановок, так і захист персоналу. Використовується робоча, додаткова, подвійна або посилена ізоляція згідно з ГОСТ 12.1.009-76, залежно від вимог до рівня захисту.

Недоступність струмовідних частин: реалізується шляхом огороження, розташування на недосяжній висоті або використанням корпусів із відповідним ступенем захисту.

Блокування безпеки: запобігають помилковим діям персоналу та доступу до небезпечних частин обладнання під напругою.

Засоби орієнтації в електроустановках: включають маркування, попереджувальні знаки та плакати, що інформують персонал про потенційну небезпеку.

Виконання електроустановок, ізольованих від землі: зменшує ризик ураження струмом при дотику до струмовідних частин у мережах з ізольованою нейтраллю.

Захисне розділення електричних мереж: застосовується для обмеження розповсюдження аварійних режимів та підвищення рівня безпеки окремих ділянок електромережі.

Компенсація ємнісних струмів замикання на землю: використовується в мережах з ізольованою нейтраллю для зниження величини струму замикання на землю.

Вирівнювання потенціалів: забезпечує однакові потенціали на доступних для дотику металевих частинах обладнання, мінімізуючи ризик ураження струмом.

Забезпечення електробезпеки в аварійних режимах: До цієї групи належать пристрої захисного відключення, заземлення, занулення та інші засоби, що спрацьовують при виникненні аварійних ситуацій.

На підприємствах, залежно від специфіки виробництва, умов експлуатації та конструктивних особливостей електроустановок, застосовується комбінація перелічених технічних засобів та заходів. Це забезпечує комплексний підхід до електробезпеки та дозволяє мінімізувати

ризик електротравматизму як при нормальній роботі обладнання, так і при виникненні аварійних ситуацій.

Важливо підкреслити, що ефективність технічних засобів і заходів безпосередньо залежить від їх правильного проєктування, монтажу та регулярного технічного обслуговування згідно з чинними нормативами та правилами.

4.2 Вимоги ергономіки до організації робочого місця оператора ПК, агрегату.

Організація робочого місця користувача персонального електронно-обчислювального обладнання (ПЕОМ) повинна відповідати загальним ергономічним вимогам, викладеним у державних стандартах ГОСТ 12.2.049-80, ГОСТ 12.2.032-78 та ГОСТ 22269-76, а також галузевих нормативних документах, зокрема СНіП 11-4-79. Дотримання цих вимог спрямоване на забезпечення оптимальних умов праці, збереження здоров'я та підтримання високої працездатності користувачів. Площа приміщення, де розташоване робоче місце з ПЕОМ, повинна бути не менше 6 м², а об'єм – не менше 24 м³. Для внутрішнього оздоблення приміщень рекомендується використовувати дифузно-відбивні матеріали з коефіцієнтами відбиття: для стелі – 0,7-0,8; для стін – 0,5-0,6; для підлоги – 0,3-0,5. Робочі місця відносно світлових прорізів слід розташовувати так, щоб природне світло падало збоку, переважно зліва, на відстані не ближче 3 м від вікон.

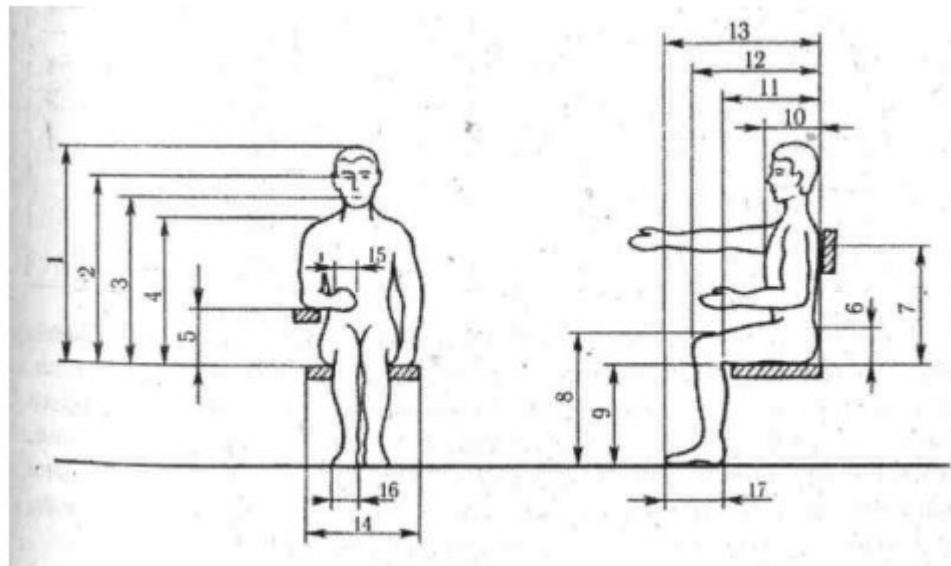


Рисунок 4.1 Основні антропометричні дані для робочого положення «сидячи»[7]

Конструкція робочого столу повинна забезпечувати оптимальне розміщення обладнання. Висота робочої поверхні (за відсутності регулювання) має складати 725 мм. Простір для ніг повинен мати висоту не менше 600 мм, ширину – не менше 500 мм, глибину на рівні колін – не менше 450 мм, на рівні простягнутої ноги – не менше 650 мм. Конструкція робочого крісла повинна підтримувати раціональну робочу позу, дозволяти змінювати положення тіла для зниження статичного напруження м'язів. Поверхня сидіння, спинки та інших елементів повинна бути напівм'якою, з неелектризуючим, неслизьким та повітропроникним покриттям, що легко очищається. Рекомендовано використовувати підставку для ніг, що має ширину не менше 300 мм, глибину не менше 400 мм, регулювання по висоті до 150 мм, кут нахилу опорної поверхні до 20 градусів.

Відстань від очей користувача до екрану дисплея повинна становити 500-700 мм. Оптимальний кут зору – $10-20^\circ$, але не більше 40° . Кут між верхнім краєм дисплея і рівнем очей – не менше 10° . Рекомендоване розташування екрану – перпендикулярно до лінії зору. Згідно з СНіП II-4-79, освітленість на горизонтальній площині робочого місця на висоті 0,8 м над підлогою повинна становити 400 лк. Штучне освітлення може бути комбінованим з освітленістю 1500 лк або загальним з освітленістю 400 лк. Для природного освітлення встановлені норми коефіцієнта природної освітленості (КПО): при верхньому або комбінованому освітленні – 10%, при бічному – 3.5%. Для суміщеного освітлення КПО має становити 3-6% при верхньому або комбінованому освітленні та 1.1-2% при бічному.



Рисунок 4.2 - Ілюстрація відстані до монітора.

Фон повинен бути світлим (коефіцієнт відбиття більше 0,4). Контраст об'єкта з фоном (K) повинен бути великим або середнім ($K > 0,2$). Відношення яскравості екрана до яскравості оточуючих поверхонь у робочій зоні не повинно перевищувати 3:1. Яскравість дисплея має бути не менше 100 кд/м², розмір світної точки для кольорових дисплеїв – не більше 0,6 мм, контрастність зображення – не менше 0,8. Низькочастотне тремтіння зображення (0,05-1,0 Гц) не повинно перевищувати 0,1 мм. Рекомендується використовувати дисплеї з антивідблисковим покриттям екрану та можливістю регулювання положення в горизонтальній та вертикальній площинах (130-220 мм) та зміни кута нахилу (10-15 мм).

Температура повітря в приміщенні повинна бути в межах 19-25 °С, відносна вологість – 55%, швидкість руху повітря – 0,1 м/с. Атмосферний тиск може коливатися в межах 84-107 кПа (630-800 мм рт. ст.). Рівень шуму на робочому місці користувача ПЕОМ не повинен перевищувати 60 дБ. Потужність дози рентгенівського випромінювання не повинна перевищувати 100 мкР/год (0,03 мкР/с) на відстані 5 см від екрану, а інтенсивність ультрафіолетового випромінювання – 10 Вт/м². Дотримання зазначених ергономічних вимог є критично важливим для створення безпечних та комфортних умов праці користувачів ПЕОМ, профілактики професійних захворювань та підвищення ефективності їхньої роботи. Для мінімізації негативного впливу шкідливих факторів рекомендується використовувати засоби колективного захисту, такі як антивідблискові фільтри, системи вентиляції та кондиціонування повітря, а також звукопоглинаючі матеріали.

4.3 Фактори, що впливають на функціональний стан користувачів комп'ютерів

Функціональний стан користувачів комп'ютерів є визначальним фактором надійності системи "людина – комп'ютер". Перенапруження, втоми та стресові стани можуть призводити до помилок у роботі, що, в свою чергу, може мати значні негативні наслідки, особливо в комп'ютеризованих системах керування. Виявлення та аналіз факторів, що впливають на функціональний стан користувачів, дозволяє розробити та впровадити профілактичні заходи, спрямовані на запобігання виникненню станів напруженості, втоми та стресу.

На функціональний стан користувачів комп'ютерів впливає комплекс факторів, пов'язаних з виробничим середовищем, трудовим процесом, внутрішніми та зовнішніми засобами діяльності, а також соціально-психологічними аспектами трудових взаємовідносин. Фактори виробничого середовища включають: фізичні фактори (електромагнітні хвилі різних частот, електростатичні поля, шум, параметри мікроклімату, світлотехнічні показники); хімічні фактори (пил, шкідливі речовини від принтерів та копіювальної техніки); біологічні фактори (підвищений вміст патогенних мікроорганізмів у приміщеннях з великою кількістю людей, недостатньою вентиляцією та в період епідемій); психофізіологічні фактори (напруження зору, уваги, інтелектуальні та емоційні навантаження, монотонність праці).

Трудовий процес користувачів комп'ютерів характеризується значними статичними фізичними навантаженнями, недостатньою руховою активністю та значними інформаційними навантаженнями. Ці фактори суттєво впливають на психофізіологічні можливості користувачів. Внутрішні засоби діяльності охоплюють професійні риси та виробничий досвід, які забезпечують надійну та безпомилкову роботу, дозволяючи знаходити безпечні рішення навіть у нестандартних ситуаціях. Зовнішні засоби діяльності визначаються ергономічними показниками робочого місця, параметрами його елементів, просторовим розташуванням обладнання і можуть значно знизити фізичні та психофізіологічні навантаження. Соціально-психологічні фактори трудових взаємовідносин також відіграють важливу роль у формуванні функціонального стану.

Користувачів комп'ютерів можна умовно поділити на професіоналів та непрофесіоналів. Непрофесіонали використовують комп'ютер епізодично як допоміжний засіб (науковці, бібліотекарі, студенти, школярі, торговельні працівники та ін.). Діяльність професіоналів, для яких комп'ютер є основним засобом праці, можна поділити на три групи: виконання нескладних багаторазово повторюваних операцій (оператори комп'ютерного набору, працівники довідкових служб); здійснення логічних операцій, що постійно повторюються (інженери-економісти, інженери-проектувальники, оператори автоматизованого виробництва); прийняття рішень за відсутності заздалегідь відомого алгоритму (інженери-програмісти, диспетчери руху транспорту).

Дослідження показують, що у користувачів, які інтенсивно працюють з комп'ютером в умовах значних розумових напружень, часто (40-70%) спостерігаються психологічні та поведінкові порушення, такі як нервовість, роздратування, тривога, нерішучість, замкнутість. Враховуючи

комплексний несприятливий вплив різноманітних виробничих факторів, у користувачів комп'ютерів можуть розвиватися певні розлади здоров'я, пов'язані з професійною діяльністю. Вивчення та аналіз цих факторів є необхідною умовою для розробки ефективних профілактичних заходів та забезпечення оптимальних умов праці для користувачів комп'ютерів.

4.4 Висновок до четвертого розділу.

В четвертому розділі було розглянуто схеми та механізми проведення вступного, первинного, повторного інструктажів персоналу. Розглянуті загальні вимоги безпеки з охорони праці для користувачів ПК. Описані ергономічні вимоги до робочого місця користувача ПК а також проаналізована важливість належного освітлення, повітряного середовища, шумового комфорту.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання магістерської роботи була створена система моніторингу кліматичних показників для багатоквартирних будинків, яка забезпечує ефективний збір, обробку та відображення даних про температуру, вологість і інші кліматичні параметри. Система дозволяє відстежувати показники в реальному часі, надавати користувачам зручний доступ до історичних даних і оперативно реагувати на зміни кліматичних умов.

Під час роботи було проведено аналіз предметної області, що підтвердив актуальність розробки такої системи. Вона спрямована на підвищення енергоефективності, оптимізацію використання ресурсів і створення комфортних умов проживання. Проаналізовано існуючі рішення, на основі яких обґрунтовано вибір архітектури системи та відповідних апаратних і програмних компонентів.

Розроблена система базується на мікроконтролері Arduino Nano, який забезпечує збирання даних із датчика DHT22, що використовується для вимірювання температури й вологості. Для передачі даних у клієнтську частину використовується Bluetooth-модуль HC-05, який забезпечує стабільне з'єднання з мобільними пристроями. Клієнтська частина реалізована у вигляді мобільного додатку, що надає користувачам можливість переглядати поточні дані, аналізувати історичну інформацію та налаштовувати порогові значення для отримання сповіщень.

Програмне забезпечення мікроконтролера розроблено для ефективного збирання даних із датчиків і передачі їх у мобільний додаток. Мобільний додаток забезпечує інтерактивний інтерфейс для відображення

даних у реальному часі та їх збереження у локальній базі даних для подальшого аналізу. Застосунок також дозволяє створювати графіки і діаграми для візуалізації змін кліматичних показників, що полегшує аналіз користувачем.

Система була протестована у різних умовах, щоб оцінити її надійність, точність і зручність використання. Результати тестування показали, що система стабільно функціонує, дані передаються без втрат, а мобільний додаток забезпечує інтуїтивно зрозумілу взаємодію. Модульна структура системи дозволяє легко додавати нові компоненти, такі як додаткові датчики або інтеграцію з веб-серверами.

Розроблена система відповідає сучасним вимогам до IoT-рішень і має значний потенціал для подальшого вдосконалення. Зокрема, можливим напрямком розвитку є інтеграція з іншими системами "розумного будинку", впровадження функцій автоматизації кліматичного управління та забезпечення віддаленого доступу до даних через веб-інтерфейс. Завдяки своїй універсальності й масштабованості, система може бути використана як у навчальних, так і в комерційних проектах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Офіційна документація Kotlin. – [Електронний ресурс] - 2024
Режим доступу: <https://kotlinlang.org/docs/home.html>
2. JetBrains. Офіційна документація IntelliJ IDEA. – [Електронний ресурс] - 2024
Режим доступу: <https://www.jetbrains.com/idea/documentation/>
3. Методичні вказівки до виконання магістерської роботи освітнього рівня “магістр” студентами усіх форм навчання для напрямку підготовки 121 – “Інженерія програмного забезпечення” / Укладачі : Петрик М.Р., Михалик Д.М., Кінах Я.І., Гладько С.В., Цуприк Г.Б. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016 – 26 с.
4. Харченко О., Яцишин В. Розробка та керування вимогами до програмного забезпечення на основі моделі якості. Вісник ТДТУ. Тернопіль, 2009. Т. 14. №1. С. 201-207.1
5. Duda O., Kochan V., Kunanets N., Matsiuk O., Pasichnyk V., Sachenko A., Pytlenko T. Data processing in IoT for smart city systems. In Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS), Metz, France, 18–21 September 2019; Volume 1, pp. 96–99.
6. Duda O., Kunanets N., Matsiuk O., Pasichnyk V. Information-Communication Technologies of IoT in the "Smart Cities" Projects", CEUR Workshop Proceedings. 2018. Vol. 2105. P. 317-330.
7. Русаловський А. В. Правові та організаційні питання охорони праці : навч. посібник / А. В. Русаловський. – Київ : Центр навчальної літератури, 2005. – 176 с
8. Raspberry Pi Trading Ltd. Raspberry Pi Documentation. Maurice Wilkes Building, Cambridge, 2020. ISBN: 978-1-912047-73-4.

9. Fitzgerald S., Shiloh M. The Arduino Projects Book. Arduino LLC. 2012. ISBN: 978-1-938613-00-7.
10. Kolban N. The ESP32 Book: A Compilation of Notes on the ESP32. Texas, USA, 2017.
11. Prijmak M.V. Інтегроване середовище розробки для платформ IoT: Навчальний посібник. Тернопіль: ТНТУ ім. Івана Пулюя, 2015.

ДОДАТКИ

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ІВАНА ПУЛЮЯ
НАУКОВЕ ТОВАРИСТВО ім. ШЕВЧЕНКА**

МАТЕРІАЛИ

ХІІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ,
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**



18–19 грудня 2024 року

**ТЕРНОПІЛЬ
2024**

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова: Приймак Микола – професор кафедри комп'ютерних систем та мереж, д.т.н., професор.

Співголови: Марущак Павло – проректор з наукової роботи, докт. техн. наук, професор.

Баран Ігор – канд. техн. наук, доцент, декан факультету ФІС.

Науковий секретар: Надія Крива – старший викладач.

Члени: Василь Кривень – завідувач кафедри математичних методів в інженерії д.ф.-м.н., професор; Галина Осухівська – завідувач кафедри комп'ютерних систем та мереж, к.т.н., доцент; Микола Карпінський – професор кафедри кібербезпеки, д.т.н., професор; Жанна Баб'як – завідувач кафедри української та іноземних мов, к.пед. н., доцент; Ярослав Литвиненко – професор кафедри комп'ютерних наук, д.т.н., професор; Михайло Петрик – завідувач кафедри програмної інженерії, д.ф.-м.н., професор; Наталія Загородна – завідувач кафедри кібербезпеки, к.т.н., доцент.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова: Скоренький Юрій Любомирович – канд. техн. наук, доцент кафедри фізики.

Члени: доцент кафедри комп'ютерних наук, к.т.н. В. Никитюк; доцент кафедри програмної інженерії, к.т.н. Д. Михалик; доцент кафедри кібербезпеки, к.т.н. М. Стадник; доцент кафедри комп'ютерних систем та мереж, к.т.н. Є. Тиш; ст. викладач Л. Джиджора.

Матеріали XII науково-технічної конфіції «Інформаційні моделі, системи та технології»
М34 Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, (Тернопіль, 18–19 грудня 2024 р.). – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2024. – 238 с.

Адреса оргкомітету: ТНТУ ім. І. Пулюя, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, 46001, тел. (0352) 52-41-33, факс (0352) 25-49-83.

E-mail: confis2024@gmail.com

Редагування, оформлення та верстка: Надія Крива

СЕКЦІЇ КОНФЕРЕНЦІЇ, ЯКІ ПРЕДСТВЛЕНІ В ЗБІРНИКУ

- Математичне моделювання
- Інформаційні системи та технології, кібербезпека
- Комп'ютерні системи та мережі
- Програмна інженерія та моделювання складних розподілених систем
- Новітні фізико-технічні та освітні технології

В збірнику надруковано тези доповідей XII науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» (Тернопіль, 18–19 грудня 2024 р.) за такими науковими напрямками: математичне моделювання; інформаційні системи та технології, кібербезпека; комп'ютерні системи та мережі; програмна інженерія та моделювання складних розподілених систем; новітні фізико-технічні та освітні технології.

Розрахований на науковців, викладачів та студентів вузів.

За зміст тез та дотримання норм академічної доброчесності відповідальність несе автор.

УДК 004.45

Д. В. Гемський; Б. В. Хоміцький

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ КЛІМАТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ У ПРИМІЩЕННЯХ БАГАТОКВАРТИРНОГО БУДИНКУ

UDC 004.45

D. V. Hemskey; B. V. Khomitskyi

CLIMATE CONTROL SYSTEM IN THE PREMISES OF AN APARTMENT BUILDING

У сучасних умовах змін клімату та зростання енергоспоживання значущість ефективного контролю кліматичних показників у приміщеннях багатоквартирних будинків набуває все більшої актуальності. Забезпечення оптимальних мікрокліматичних умов не лише підвищує комфорт проживання, але й сприяє енергозбереженню та екологічній безпеці, що є критично важливим у контексті стійкого розвитку міської інфраструктури.

На даний момент існує кілька варіантів контролю кліматичних показників на рівні власників помешкань та керуючих компаній. Власники житлових приміщень можуть використовувати відкриті платформи для інтеграції побутових приладів, розроблених самостійно або створених іншими користувачами за допомогою відкритого API системи. Однією з таких платформ є Home Assistant, яка представляє собою відкриту екосистему, що дозволяє кожному користувачу додавати пристрої, підтримку яких можна переглянути на офіційному веб-сайті. Такий підхід забезпечує високу гнучкість та масштабованість системи, дозволяючи адаптувати її до специфічних потреб різних житлових приміщень.

У той же час, керуючі компанії зазвичай використовують власні розробки для контролю кліматичних показників. Однак ці системи часто мають закриту архітектуру, що обмежує можливість їхнього налаштування та інтеграції з іншими технологічними рішеннями. Через закритість розробки виникають труднощі у внесенні змін до системи, спостереженні за показниками в режимі реального часу та виявленні та усуненні проблем всередині системи. Це обмежує гнучкість управління та може призводити до менш ефективного використання енергоресурсів, а також до затримок у реагуванні на аварійні ситуації або відхилення від нормальних параметрів клімату.



Рисунок 1. Raspberry PI, на базі якого реалізовано Home Assistant

Ефективний контроль кліматичних показників у приміщеннях багатоквартирних будинків є критично важливим для забезпечення комфорту мешканців, енергозбереження та екологічної безпеки. Відкриті платформи надають високу гнучкість та можливості для інтеграції різноманітних пристроїв, що робить їх ідеальними для власників, які прагнуть до самостійного налаштування системи. У той же час, закриті системи, використовувані

керуючими компаніями, забезпечують стабільність та високий рівень безпеки, проте обмежують можливості налаштування та інтеграції.

Таблиця 1. Порівняльний аналіз відкритих та закритих систем контролю клімату

Критерії	Відкриті платформи	Закриті системи
Гнучкість та адаптивність	Висока: можливість додавання нових пристроїв	Низька: обмежені можливості налаштування
Інтеграція з іншими системами	Просторі можливості через відкриті API та стандарти	Обмежені можливості інтеграції
Безпека	Залежить від налаштувань користувача та спільноти	Високий рівень контролю та захисту
Підтримка та оновлення	Активна спільнота, регулярні оновлення	Регулярні оновлення від розробника
Можливості моніторингу в реальному часі	Високі завдяки гнучким інтеграційним можливостям	Можуть бути обмеженими через закритість системи

Найкращий варіант для реалізації системи контролю кліматичних показників може бути побудований на основі розробки ядра, яке може повторно використовуватись як спільнотою, так і керуючими компаніями. Такий підхід забезпечує баланс між гнучкістю та безпекою, дозволяючи адаптувати систему до різноманітних потреб користувачів та умов експлуатації. Перевикористання ядра сприятиме більшій сумісності між різними платформами та спрощенню процесу оновлення та модернізації системи, а також сприятиме розвитку спільноти користувачів, які можуть вносити власні покращення та інновації.

Вибір оптимальної системи контролю клімату залежить від конкретних потреб та ресурсів користувачів, а також від вимог до гнучкості, безпеки та інтеграції системи. Проте, впровадження універсального ядра, яке підтримує як відкриті, так і закриті моделі розробки, може стати ефективним рішенням, що об'єднає переваги обох підходів. Це дозволить створити більш адаптивні та стійкі системи контролю клімату, що відповідають сучасним викликам у сфері енергозбереження та екологічної безпеки.

Література

1. Стаценко, Д. В. (2022). Керування мікрокліматом у приміщеннях з системою «Розумний будинок».
2. Mistry, V. (2023). The Role of IoT in Enhancing HVAC Control Systems. *Journal of Biosensors and Bioelectronics Research*. SRC/JBBER-119. DOI: doi. org/10.47363/JBBER/2023 (1), 115, 2-5.
3. Documentation. Home Assistant. URL: <https://www.home-assistant.io/docs/> (date of access: 21.11.2024).