

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

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: «Проектування системи кліматичного контролю «розумного»
будинку»

Виконав: студент IV курсу, групи СН-41

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

(підпис)

Срібний Ю.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Мацюк О.В.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Литвиненко Я. В.
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Боднарчук І.О.
(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Тотосько О.В.
(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2023

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)

«__» _____ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

(шифр і назва спеціальності)

Студенту Срібному Юрію Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Проектування системи кліматичного контролю «розумного» будинку»

Керівник роботи Мацюк Олександр Васильович,

кандидат технічних наук, доцент кафедри КН

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «7» лютого 2023 року № 4/7-133

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20.06.2023р.

3. Вихідні дані до роботи Науково-технічна література, паспортні характеристики ПЛК

Специфікація системи на основі пристроїв IoT

4. Зміст роботи:

Вступ. Розділ 1. Аналіз предметної області. 1.1 Поняття концепції «розумного будинку».

1.2 Аналіз можливих способів побудови та архітектури «розумного будинку».

1.3 Поняття систем кліматичного контролю. 1.4 Існуючі платформи кліматичного контролю.

1.5 Висновок до першого розділу. Розділ 2. Розробка системи кліматичного контролю.

2.1 Опис архітектури системи. 2.2 Апаратне забезпечення. 2.3 Створення програмного

забезпечення. 2.3.1 Arduino IoT Cloud. 2.3.2 Програмне забезпечення IoT-модуля

2.3.3 Програмування ESP8266 для передачі даних до хмари Arduino

2.4 Висновок до другого розділу. 3. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

Висновки. Перелік джерел. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу:

1. Титулка. 2. Мета, задачі дослідження. 3. Поняття концепції «розумного будинку».

4. Поняття систем кліматичного контролю. 5. Структурна схема системи контролю

кліматичних параметрів. 6. Апаратне забезпечення. 7. Підключення датчика до

мікроконтролера. 8. Налаштування інформаційної панелі проекту. 9. Тестування виведення

Інформації. 10. Інформаційна панель системи кліматичного контролю з використанням

Arduino IoT Cloud. 11. Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці		05.06.2023	08.06.2023

7. Дата видачі завдання _____ 23 січня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Ознайомлення з завданням до кваліфікаційної роботи	23.01.2023	<i>Виконано</i>
2.	Підбір джерел про системи кліматичного контролю	24.01.2023-26.01.2023	<i>Виконано</i>
3.	Опрацювання джерел по темі кваліфікаційної роботи	27.01.2023-31.01.2023	<i>Виконано</i>
4.	Виконання дослідження щодо оптимальних кліматичних параметрів в «розумному домі»	01.02.2023-07.02.2023	<i>Виконано</i>
	Розроблення системи для контролю та моніторингу кліматичних параметрів	01.02.2023-07.02.2023	<i>Виконано</i>
5.	Оформлення розділу « Аналіз предметної області»	08.02.2023-09.02.2023	<i>Виконано</i>
6.	Оформлення розділу « Розробка системи кліматичного контролю»	10.02.2023-12.02.2023	<i>Виконано</i>
7.	Виконання завдання до підрозділу «Безпека життєдіяльності»	05.06.2023-06.06.2023	<i>Виконано</i>
8.	Виконання завдання до підрозділу «Основи охорони праці»	07.06.2023-08.06.2023	<i>Виконано</i>
9.	Оформлення кваліфікаційної роботи	09.06.2023-11.06.2023	<i>Виконано</i>
10.	Нормоконтроль	12.06.2023-13.06.2023	<i>Виконано</i>
11.	Перевірка на плагіат	14.06.2023	<i>Виконано</i>
12.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	15.06.2023	<i>Виконано</i>
13.	Захист кваліфікаційної роботи	20.06.2023	

Студент

_____ (підпис)

Срібний Ю.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Мацюк О.В.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

«Проектування системи кліматичного контролю «розумного» будинку» // Кваліфікаційна робота освітнього рівня «Бакалавр» // Срібний Юрій Володимирович// Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СН-41 // Тернопіль, 2023 // С. 58 , рис. – 20, табл. – 0, кресл. – 0, додат. – 2, бібліогр. –23 .

Ключові слова: розумний дім, кліматичний контроль, інтернет речей, моніторинг даних, хмарний сервіс, програмований логічний контролер.

Кваліфікаційна робота присвячена розробленню конструктивного та програмного рішення щодо реалізації системи контролю кліматичних параметрів. Досліджено адаптацію оптимальних кліматичних параметрів у «розумному домі». Розроблено систему, що здатна забезпечити аналіз отриманих даних та їх подання.

Мета роботи: аналіз рішень контролю кліматичних параметрів в «розумному домі» та розробка панелі моніторингу та аналізу параметрів враховуючи програмне забезпечення системи.

В першому розділі кваліфікаційної роботи описано методи прогнозування погоди, поведінкову характеристику атмосферного тиску. Проаналізовано існуючі рішення метеостанцій.

В другому розділі кваліфікаційної роботи описано структурну схему роботи, апаратну частину, програмну реалізацію інформаційної системи.

В третьому розділі описано питання охорони праці та безпеки життєдіяльності при роботі з системою кліматичного контролю.

ANNOTATION

The Climate Control System Design for "Smart" House // Qualification work of the educational level "Bachelor" // Sribnyi Yurii // Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Computer and Information Systems and Software Engineering Faculty, Computer Sciences Department, group SN-41 // Ternopil, 2023 // P.58, fig. – 20, tabl. – 0, chair. – 0, annexes. – 2, references – 23.

Keywords: smart home, climate control, Internet of Things, data monitoring, cloud service, programmable logic controller.

The qualification work is devoted to the development of a design and software solution for the implementation of a climate control system. The adaptation of optimal climatic parameters in a "smart home" is investigated. A system capable of analyzing and presenting the obtained data has been developed.

The aim of the work is to analyze solutions for controlling climate parameters in a smart home and to develop a panel for monitoring and analyzing parameters, taking into account the system software.

The first chapter of the qualification work describes weather forecasting methods and behavioral characteristics of atmospheric pressure. Existing solutions of weather stations are analyzed.

The second section of the qualification work describes the structural scheme of work, hardware, and software implementation of the information system.

The third section describes the issues of occupational health and safety when working with the climate control system.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

IoT (англ. Internet of Things) - концепція, яка є унікальною для мережі фізичних об'єктів (речей), які об'єднані між собою та з Інтернетом.

ADSL (англ. Asymmetric Digital Subscriber Line) - технологія передачі даних по телефонному кабелю, яка забезпечує доступ до Інтернету

Wi-Fi (англ. Wireless Fidelity) - бездротовий стандарт передачі даних, який використовує хвилі для безпроводного підключення пристроїв до мережі Інтернет або локальної мережі

GSM (англ. Global System for Mobile Communications) - світовий стандарт цифрової мобільної телефонної зв'язку.

MQTT (англ. Message Queuing Telemetry Transport) - це протокол передачі повідомлень для мережі Інтернет речей (IoT).

CoAP (англ. Constrained Application Protocol) - протокол, розроблений для інтернету речей та пристроїв з обмеженими ресурсами.

HTTP (англ. Hypertext Transfer Protocol) і HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure) - протоколи передачі даних через мережу Інтернет

AMQP (англ. Advanced Message Queuing Protocol) - протокол передачі повідомлень, який дозволяє ефективну та надійну комунікацію між розподіленими системами.

XMPP (англ. Extensible Messaging and Presence Protocol) - це протокол передачі повідомлень та присутності, який використовується для обміну повідомленнями та управління наявністю між розподіленими системами

DDS (англ. Data Distribution Service) - це протокол та стандарт для розподіленої системи обміну даними в реальному часі.

АЦП – (Аналого-цифровий перетворювач) — пристрій, що перетворює вхідний аналоговий сигнал в дискретний код (цифровий сигнал), який кількісно характеризує амплітуду вхідного сигналу

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	8
1.1 Поняття концепції «розумного будинку».....	8
1.2 Аналіз можливих способів побудови та архітектури «розумного будинку»	11
1.3 Поняття систем кліматичного контролю.....	13
1.4 Існуючі платформи кліматичного контролю.....	17
1.5 Висновок до першого розділу	21
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЛІМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ	22
2.1 Опис архітектури системи.....	22
2.2 Апаратне забезпечення.....	23
2.3 Створення програмного забезпечення.....	28
2.3.1 Arduino IoT Cloud	28
2.3.2 Програмне забезпечення IoT-модуля	37
2.3.3 Програмування ESP8266 для передачі даних до хмари Arduino .	40
2.4 Висновок до другого розділу	43
РОЗДІЛ 3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	45
3.1 Долікарська допомога при ураженні електричним струмом.....	45
3.2 Вимоги безпеки праці під час експлуатації систем вентиляції, опалення чи кондиціонування повітря.....	47
3.3 Висновок до третього розділу	49
ВИСНОВКИ	51
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ	53
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Актуальність теми. Одним з ключових аспектів актуальності досліджуваної теми є зростаюча потреба в енергоефективності та сталому розвитку. Спостерігається зростання усвідомлення про екологічні проблеми та необхідність зменшення викидів вуглекислого газу та енергоспоживання. Проектування «розумної» системи кліматичного контролю дозволяє ефективно використовувати енергію, адаптувати температурні режими до потреб користувачів та забезпечити оптимальний комфорт у будинку. Проектування системи кліматичного контролю "розумного будинку" відповідає потребам сучасного суспільства щодо комфорту, енергоефективності, сталого розвитку та безпеки. Впровадження цієї технології в будівництво та житлові простори може принести значні переваги для мешканців та сприяти збереженню ресурсів.

Мета і задачі дослідження. Метою даної кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр» є підвищення якості та комфорту мешканців в проектах «розумного будинку», збільшення енергоефективності, сталому розвитку. Для досягнення поставленої мети потрібно виконати ряд завдань, зокрема:

- Проаналізувати стан досліджень за напрямком «розумний будинок»
- Формування системи кліматичного контролю.
- Розробка програмного забезпечення для обробки даних

Практичне значення одержаних результатів.

Застосування системи кліматичного контролю дозволяє здійснити налаштування відповідно до заданих параметрів. Здатність контролювати опалення, кондиціонування повітря та вентиляцію з використанням панелі керування забезпечує зручність в управлінні кліматом у будинку, здоров'я мешканців. Крім того, автоматичний контроль систем опалення або охолодження економії енергії та є фактором підвищення безпеки.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Поняття концепції «розумного будинку»

«Розумні будинки», також відомі як автоматизовані будинки, інтелектуальні будівлі, інтегровані домашні системи, є нещодавньою розробкою в галузі технологій. «Розумні будинки» включають в себе звичайні пристрої, які керують функціями будинку. Спочатку технологія «розумного будинку» використовувалася для управління екологічними системами, такими як освітлення та опалення, але останнім часом використання розумних технологій розвинулося таким чином, що практично будь-який електричний компонент в будинку може бути включений в систему. Більше того, технологія розумного будинку не просто вмикає і вимикає пристрої, вона може контролювати внутрішнє середовище і дії, які здійснюються в будинку під час перебування в ньому людей. Результатом цих модифікацій технології є те, що "розумний дім" тепер може контролювати діяльність мешканців будинку, самостійно керувати пристроями за встановленими заздалегідь шаблонами або незалежно, як того вимагає користувач.

Технологія «розумного дому» використовує пристрої, допоміжні технології, щоб створити середовище, в якому багато функцій в будинку автоматизовані, а пристрої можуть обмінюватись інформацією. Корінь цієї здатності спілкуватися між пристроями лежить у використанні "шини". Шина - це кабель, який з'єднує всі пристрої разом і забезпечує взаємозв'язок між пристроями в різних кімнатах по всьому будинку.

З розвитком Інтернету та високошвидкісного доступу (ADSL, супутниковий зв'язок, оптоволокно), потенціал домашньої роботи та дистанційної роботи стає можливим. Отже, протягом кількох років з'являється багато проектів про «розумні будинки». Ці проекти орієнтовані на мультимедійний доступ (доступ до Інтернету, телефонія, відео, тощо), тепловий

комфорт, безпеку. «Розумні будинки» зараз покликані спростити життя своїх мешканців, зробити енергозбереження, надати певний рівень комфорту та безпеки. Технології «розумних будинків» досягли хорошого рівня, але їх поширення все ще залишається незначним.

«Розумний будинок», «розумний дім» або «розумна будівля» - це будинок, обладнаний взаємопов'язаними пристроями, які забезпечують автоматизацію та наскрізний контроль над будинком.

"Розумною" будівлю робить безшовна інтеграція її компонентів, завдяки чому вона може виконувати більшість своїх функцій за допомогою обміну даними, машинного навчання та автоматизації.

Описуючи «розумний будинок», слід враховувати деякі фактори, які необхідно взяти до уваги:

- Будинок
- Компоненти будинку (наприклад, двері, системи забезпечення, вікна)
- «Розумні» пристрої в будинку
- Інтеграція центральної системи управління з компонентами будинку
- Інтеграція центральної системи управління з розумними пристроями
- Інтеграція розумних пристроїв між собою
- Інтеграція розумних пристроїв з компонентами будинку
- Бездротова мережа, яка дозволяє цим компонентам (пристроєм, центральній системі управління і будівлі) безперешкодно з'єднуватися між собою.

Наведений вище список може допомогти зрозуміти, організацію «розумного будинку», виходячи зі зв'язків між його компонентами.

У більшості випадків бездротова мережа базується на інтернеті. Можемо сформулювати наступне визначення: «Розумний будинок» - це будинок, який використовує інтернет-з'єднання для інтеграції своїх компонентів і пристроїв разом, таким чином, щоб вони безперебійно функціонували як єдине ціле.

Терміни "розумний будинок", "розумний дім" і "розумна будівля" є взаємозамінними і можуть використовуватися замість один одного для таких

визначень. «Розумний будинок» також можна описати на основі електроніки і технологій наступним чином;

Також можна навести наступне визначення «Розумний будинок» - це будинок, в якому використовуються новітні комп'ютерні технології та електроніка для автоматизації або управління різноманітними пристроями і функціями [1]. Слово «новітні», використане у наведеному вище визначенні, вказує на те, що концепція «розумного будинку» часто обговорюється в контексті останніх технологічних розробок.

Ще одне визначення розумного будинку можна отримати, спираючись на концепції стійкості та сталого розвитку: «Розумний будинок» - це будівля, яка спроектована для досягнення стійкості з точки зору контролю, технологічної інтеграції, управління даними та енергоспоживання.

Як очевидно з наведеного вище визначення, енергія є ще одним фактором, який слід враховувати для «розумних будинків». Виходячи з цього, можна запропонувати альтернативне визначення, яке виглядає наступним чином: «Розумний будинок» - це будинок, функціональні можливості якого структуровані таким чином, щоб поєднувати сучасні технології з енергоефективністю, енергозбереженням та використанням відновлюваних джерел енергії.

Всі наведені визначення можуть допомогти визначити атрибути або особливості «розумного будинку».

Ознаками «розумного будинку» є: розумні пристрої, безшовна інтеграція, наскрізне управління, енергозбереження та енергоефективність, сучасні технології, управління даними та автоматизація. Однак, в реальних умовах розумний будинок може не мати всіх ознак, згаданих у наведених визначеннях.

Найбільш унікальною і типовою характеристикою «розумного будинку» є наявність центральної точки підключення і управління, яка пов'язує інтелектуальні, підключені до Інтернету пристрої і частини будинку.

Управління даними - це основна мета взаємозв'язків, з яких складається розумний будинок. Завдяки ефективній передачі даних і управлінню ними, функції можуть виконуватися ефективно і результативно.

Концепція «розумного будинку» відноситься до використання сучасних технологій та інтернету речей (IoT) для автоматизації та покращення функціональності різних аспектів житлового простору. У «розумному будинку» пристрої, системи та рішення пов'язані між собою та забезпечують зручність, комфорт, безпеку та енергоефективність.

1.2 Аналіз можливих способів побудови та архітектури «розумного будинку»

«Розумний будинок» працює на основі трьох основних функцій: збір даних, передача даних і використання даних.

Збір даних здійснюється будь-яким розумним пристроєм в будинку, наприклад, камерою або термостатом.

Тип зібраних даних може варіюватися від фізико-хімічних (світло, температура, рух) до цифрових і віртуальних (час і дата, цифрові файли). Ці дані використовуються для моніторингу та управління.

Передача даних здійснюється за допомогою бездротового мережевого з'єднання. Зібрані дані можуть бути передані іншим пристроям і компонентам через центральну систему управління.

При використанні даних передані дані використовуються для прийняття рішень в режимі реального часу, на основі яких виконуються функції. Це можуть бути такі прості дії, як увімкнення сигналу тривоги, приглушення світла або відчинення/зачинення вікон і дверей.

Кінцевим продуктом всіх трьох функцій «розумного будинку» є наскрізний контроль, який можна спостерігати у вигляді автоматизації.

Пристрої в «розумному будинку» пов'язані між собою за допомогою центральної системи управління.

Ця центральна система управління може бути у вигляді програмного забезпечення для управління енергоспоживанням, яким можна керувати за допомогою ноутбука, планшета або смартфона, серед інших пристроїв.

Саме центральна система управління надає власнику або користувачеві будинку наскрізний контроль над будинком.

Деякі способи, за допомогою яких користувач може отримати контроль включають планування, енергозбереження, управління рухом, регулювання внутрішньої температури і роботу приладів.

З точки зору енергозбереження та управління електроприладами, «розумний будинок» надає функції, які можуть допомогти регулювати використання енергії, наприклад, перемикання на критичні компоненти енергії, коли відключається живлення від електромережі, і будинок переходить на живлення від сонячних панелей.

Управління електроприладами може включати в себе регулювання роботи пристроїв та електроніки, таких як фільтри для води, холодильники, ноутбуки, дверні дзвінки, камери спостереження, розумні замки, термостати, системи водопостачання та кухонні прилади.

У розумному будинку можуть використовуватися бездротові або дротові з'єднання [2].

Бездротові з'єднання забезпечують відносно простий спосіб підключення будівельних приладів, компонентів і пристроїв. Однак дротові з'єднання часто є більш надійними, стабільними і менш схильними до збоїв.

Технологія, що лежить в основі розумного будинку, називається Domotics - термін, що походить від латинського слова "Domus", що означає "дім" [3].

Домашня «розумна» техніка сама по собі є аспектом технології Інтернету речей (IoT), яка займається безперебійним з'єднанням або інтеграцією пристроїв і систем.

Основними елементами розумного дому є:

– «Розумне» освітлення: Дозволяє вмикати, вимикати та регулювати освітлення в будинку з використанням мобільного пристрою або голосових

команд. Додаткові функції можуть включати автоматичне вимкнення світла при виході з кімнати або наявності людини в кімнаті.

– «Розумне» опалення та кондиціонування: Дозволяє регулювати температуру в будинку за допомогою термостатів, які можна програмувати або керувати віддалено через мобільний додаток. Це дозволяє ефективно використовувати енергію та забезпечує комфортні умови в будинку.

– «Розумна» безпека: Включає системи відеоспостереження, датчі руху, датчі витoku води та диму, а також системи контролю доступу. Ці системи надсилають сповіщення власнику будинку про можливі загрози або надзвичайні ситуації.

– «Розумні» побутові пристрої: Включають розумні холодильники, пральні машини, праски, пилососи та інші пристрої, які можуть бути керовані через мобільний додаток або голосові помічники. Наприклад, холодильник може надсилати сповіщення, коли йому закінчується продукт або коли тем.

1.3 Поняття систем кліматичного контролю

Система клімат-контролю в «розумному будинку» - це інтеграція технологій і пристроїв, які дозволяють ефективно і автоматично керувати системами опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (HVAC). Основна мета - оптимізувати використання енергії, підвищити комфорт і зменшити вплив на навколишнє середовище, використовуючи інтелектуальні технології та автоматизацію на основі даних.

Така система включає в себе контроль температури, вологості, повітряних потоків і якості повітря в будівлі або приміщенні. Клімат-контроль відіграє вирішальну роль у житлових будинках, комерційних будівлях, офісах та інших приміщеннях.

Опишемо ключові аспекти клімат-контролю:

Опалення: Системи опалення відповідають за підвищення температури в будівлі в холодні місяці. Найпоширенішими методами опалення є

централізоване опалення, котли, теплові насоси та електричні обігрівачі. Системи опалення можуть використовувати різні джерела енергії, такі як природний газ, електроенергія, нафта або відновлювані джерела енергії.

– Охолодження: Системи охолодження використовуються для зниження температури та відведення надлишкового тепла з приміщень у спекотну погоду. Найпоширенішим методом охолодження є кондиціонування повітря, яке зазвичай включає центральні системи кондиціонування, віконні блоки або спліт-системи. Системи охолодження використовують холодоагенти та компресори для передачі тепла зсередини назовні.

– Вентиляція: Вентиляція - це процес обміну повітря в приміщенні зі свіжим зовнішнім повітрям для підтримки якості повітря та видалення забруднюючих речовин. Належна вентиляція допомагає видалити запахи, алергени та леткі органічні сполуки (ЛОС) з приміщень. Вона також допомагає контролювати рівень вологості. Вентиляційні системи можуть включати механічні вентилятори, природну вентиляцію (вікна та вентиляційні отвори) або їх поєднання.

– Контроль вологості: Контроль вологості необхідний для підтримки комфорту і запобігання таких проблем, як ріст цвілі і пошкодження меблів і будівельних матеріалів. Вологість можна контролювати за допомогою систем осушення та зволоження повітря. Осушувачі видаляють надлишок вологи з повітря, тоді як зволожувачі додають вологу, коли повітря занадто сухе.

– Фільтрація повітря: Фільтрація повітря важлива для підтримання належної якості повітря в приміщенні шляхом видалення частинок, що містяться в повітрі, таких як пил, пилок, лупа домашніх тварин і забруднюючі речовини. Повітряні фільтри зазвичай використовуються в системах опалення, вентиляції та кондиціонування для уловлювання та видалення цих частинок. Більш ефективні фільтри, такі як HEPA-фільтри, можуть вловлювати дрібніші частинки і покращувати якість повітря.

– Зонування: Зонування дозволяє різним зонам або приміщенням у будівлі мати окремий температурний контроль. Це досягається шляхом поділу

будівлі на зони і використання окремих термостатів або заслінок для контролю повітряного потоку і температури в кожній зоні. Зонування підвищує комфорт та енергоефективність, дозволяючи мешканцям налаштовувати температурні параметри в різних зонах.

– Енергоефективність: Енергоефективність є критично важливим аспектом систем клімат-контролю. Ефективні системи опалення, вентиляції та кондиціонування можуть зменшити споживання енергії, знизити рахунки за комунальні послуги та мінімізувати вплив на навколишнє середовище. Розумні системи клімат-контролю використовують передові алгоритми, виявлення присутності та функції планування для оптимізації використання енергії та зменшення марнотратства на опалення та охолодження.

Належним чином спроектовані та обслуговувані системи клімат-контролю забезпечують комфорт, здоров'я та продуктивність працівників, забезпечуючи при цьому енергоефективність та сталість. Розвиток технологій, таких як розумні термостати та автоматизація, уможливив більш точний контроль, економію енергії та інтеграцію з іншими пристроями «розумного дому» для комплексного та ефективного рішення клімат-контролю.

Розглянемо ключові компоненти та функції, які зазвичай зустрічаються в системі клімат-контролю в розумному будинку:

– Розумні термостати: Ці сучасні термостати підключаються до інтернету і можуть управлятися дистанційно за допомогою смартфонів або інших розумних пристроїв. Вони пропонують такі функції, як програмовані графіки, виявлення присутності та адаптивні алгоритми навчання для автоматичного регулювання температурних налаштувань на основі вподобань та поведінки користувача.

– Давачі та моніторинг: Різноманітні датчики, такі як датчики температури, вологості та присутності, стратегічно розміщені по всьому будинку для моніторингу умов навколишнього середовища. Ці дані допомагають системі приймати обґрунтовані рішення та відповідно коригувати налаштування системи опалення, вентиляції та кондиціонування. Наприклад, система може

виявити, що в ніхто не перебуває, і відрегулювати температуру або вимкнути систему опалення, вентиляції та кондиціонування, щоб заощадити енергію.

– Інтеграція з погодними даними: «Розумні» системи клімат-контролю можуть отримувати доступ до прогнозів погоди в режимі реального часу і використовувати цю інформацію для оптимізації налаштувань ОВіК. Наприклад, якщо система знає, що зовнішня температура значно знизиться, вона може попередньо нагріти будинок, щоб підтримувати комфортну температуру, зменшуючи при цьому споживання енергії.

– Зонування та керування окремими кімнатами: Розділивши будинок на зони, кожна з яких обладнана власним термостатом і датчиками, мешканці можуть точно контролювати температуру в кожній зоні. Це забезпечує персоналізований комфорт і зменшує втрати енергії, оскільки опалює або охолоджує лише ті приміщення, які використовуються.

– Моніторинг енергоспоживання та аналітика: «Розумні» системи клімат-контролю часто надають можливості моніторингу енергоспоживання, що дозволяє власникам будинків відстежувати свої моделі енергоспоживання та визначати сфери для вдосконалення. Вони можуть запропонувати пропозиції щодо енергозберігаючих налаштувань і надати детальну інформацію про використання енергії.

– Інтеграція з іншими пристроями розумного будинку: Системи клімат-контролю можуть бути інтегровані з іншими розумними пристроями, такими як розумне освітлення або віконні штори, для створення комплексної екосистеми. Наприклад, коли в приміщенні відсутні люди, система може не тільки регулювати температуру, але й вимикати світло та закривати жалюзі для оптимізації енергоефективності.

– Голосове керування та автоматизація: Багато інтелектуальних систем клімат-контролю сумісні з голосовими помічниками, такими як Amazon Alexa або Google Assistant, що дозволяє користувачам керувати налаштуваннями систем опалення, вентиляції та кондиціонування за допомогою голосових команд. Функції автоматизації дозволяють створювати індивідуальні сценарії

або програми, наприклад, регулювати температуру, коли ви йдете з дому або повертаєтесь додому.

– Використовуючи ці функції, розумна система клімат-контролю може допомогти домовласникам заощадити енергію, знизити витрати на послуги, підвищити комфорт і сприяти загальній екологічній стійкості.

1.4 Існуючі платформи кліматичного контролю

Існує кілька платформ і технологій, доступних для керування кліматом у розумному будинку. Ці платформи надають інфраструктуру та інструменти, необхідні для інтеграції та управління різними пристроями і системами в середовищі розумного будинку. Ось кілька популярних платформ для клімат-контролю:

Google Nest: це широко використовувана платформа, яка пропонує ряд продуктів для розумного будинку, включаючи розумні термостати і давачі температури. Термостат Nest інтегрується з іншими пристроями Nest і підтримує голосове керування через Google Assistant. Він також забезпечує енергозберігаючі функції та може вивчати ваші уподобання з часом.

Amazon Alexa: це платформа голосових помічників Amazon, яка може використовуватися для управління широким спектром пристроїв розумного будинку, включаючи термостати і системи опалення, вентиляції та кондиціонування. Alexa-сумісні розумні термостати, такі як eSobee і Honeywell, дозволяють контролювати налаштування температури і стежити за кліматом у вашому домі за допомогою голосових команд [4].

Apple HomeKit: це платформа "розумного будинку" від Apple, яка забезпечує уніфіковану основу для управління та автоматизації різних пристроїв, включаючи системи клімат-контролю. Термостатами з підтримкою HomeKit, наприклад, від eSobee та Honeywell, можна керувати за допомогою голосових команд Siri або через додаток Home на пристроях iOS [5].

Samsung SmartThings: це універсальна платформа розумного будинку, яка підтримує інтеграцію з широким спектром пристроїв, включаючи системи клімат-контролю. Вона дозволяє контролювати та автоматизувати системи опалення, вентиляції та кондиціонування, термостати та датчики різних виробників за допомогою єдиного інтерфейсу. SmartThings працює з голосовими помічниками, такими як Alexa та Google Assistant.

Control4: це комплексна платформа домашньої автоматизації, яка інтегрує кілька систем, включаючи клімат-контроль, освітлення, безпеку та розваги. Вона забезпечує централізоване управління за допомогою сенсорних екранів, мобільних додатків і голосових помічників. Control4 пропонує настроювані рішення клімат-контролю, які можна адаптувати до конкретних потреб та вподобань [6].

Hubitat Elevation: це локальний центр автоматизації розумного будинку, який дозволяє контролювати і автоматизувати різні пристрої, включаючи термостати і системи опалення, вентиляції та кондиціонування. Він забезпечує високий рівень кастомізації та підтримує локальну обробку даних, зменшуючи залежність від хмарних сервісів. Hubitat інтегрується з різними брендами та протоколами, забезпечуючи гнучкість у виборі пристроїв клімат-контролю [7].

Важливо відзначити, що деякі системи клімат-контролю поставляються з власними спеціалізованими платформами, в той час як інші можуть інтегруватися з декількома платформами. Вибираючи систему клімат-контролю для вашого розумного будинку, враховуйте сумісність з бажаною платформою, екосистемою пристроїв, а також бажаний рівень автоматизації та контролю.

У сучасному світі клімат-контроль відіграє життєво важливу роль у підтримці комфортних та оптимальних умов для життя та роботи. Якщо ви хочете забезпечити ідеальну температуру в будинку, створити теплицю з ідеальним рівнем вологості або спроектувати складну промислову систему клімат-контролю, платформа Arduino пропонує універсальну платформу для втілення вашого бачення в життя. Завдяки відкритому вихідному коду та широкому спектру сумісних компонентів і датчиків, Arduino дає вам можливість

створити власну систему клімат-контролю, пристосовану до ваших конкретних потреб.

Гнучкість і доступність платформи Arduino роблять її популярним вибором як серед ентузіастів, так і серед професіоналів. Використовуючи можливості даної платформи, можна спроектувати і розробити систему клімат-контролю, яка не тільки відповідає певним вимогам, але й пропонує високий рівень кастомізації та контролю [8].

Розглянемо функціонал платформи Arduino:

– Інтеграція датчиків:

Для збору даних про навколишнє середовище Arduino може взаємодіяти з різними датчиками. Датчики температури, такі як DHT11 або DS18B20, і датчики вологості, такі як DHT11 або DHT22, дозволяють точно вимірювати і контролювати рівень температури і вологості. Крім того, датчики газу, такі як датчики серії MQ, дозволяють виявляти і контролювати параметри якості повітря, такі як рівень CO₂ або летких органічних сполук.

– Керування приводами:

Платформа Arduino може керувати різними типами приводів, щоб налаштувати середовище відповідно до бажаних умов. Взаємодіючи з реле або твердотільними реле, Arduino може керувати нагрівальними елементами, такими як резистори або нагрівальні котушки для цілей опалення. Охолодження можна досягти, керуючи вентиляторами або кондиціонерами за допомогою реле або драйверів двигунів. Крім того, платформа може взаємодіяти з серводвигунами або кроковими двигунами для керування повітряними заслінками для регулювання потоку повітря.

– Дисплей та інтерфейс користувача:

Arduino можна підключати до дисплеїв, таких як LCD або OLED-екрани, для демонстрації отриманих даних та стану системи в реальному часі. Реалізавши кнопки, перемикачі або сенсорні екрани в якості інтерфейсу користувача, ви можете дозволити користувачам легко регулювати

налаштування температури або перемикається між різними режимами клімат-контролю.

– Алгоритми керування:

Реалізація таких алгоритмів дозволяє точно регулювати температуру і вологість. Широко використовуваний пропорційно-інтегрально-похідний (ПІД) алгоритм керування особливо ефективний для підтримання бажаного заданого значення шляхом регулювання виходу привода на основі зворотного зв'язку з датчиком. Можливості програмування Arduino дозволяють налаштувати алгоритм керування відповідно до конкретних вимог.

– Комунікація та дистанційне керування:

Arduino може зв'язуватися з іншими пристроями або платформами для віддаленого моніторингу та керування. Додавши модулі бездротового зв'язку, такі як Wi-Fi (наприклад, ESP8266 або ESP32) або Bluetooth (наприклад, HC-05 або HC-06), ви можете увімкнути віддалений доступ і керування системою клімат-контролю через мобільні додатки або веб-інтерфейси. Це дозволяє контролювати і регулювати налаштування з будь-якого місця, підвищуючи зручність і гнучкість.

– Енергоефективність:

Arduino пропонує енергозберігаючі функції, реалізуючи сплячі режими для низького енергоспоживання під час простою. Використовуючи таймери та датчики, ви можете створювати автоматизовані програми для регулювання кліматичних налаштувань залежно від присутності людей або часу доби. Це не тільки підвищує енергоефективність, але й сприяє економії коштів та екологічній стійкості.

– Розширення та кастомізація:

Модульність та розширюваність платформи Arduino дозволяють налаштовувати та інтегрувати функції. Можна інтегрувати екрани реєстрації даних для запису та аналізу даних про навколишнє середовище з плином часу, що сприятиме кращому аналізу та прийняттю рішень. Крім того, підключення

до хмарних платформ дозволяє зберігати дані, аналізувати їх та інтегрувати з іншими інтелектуальними пристроями або системами.

1.5 Висновок до першого розділу

В першому розділі кваліфікаційної роботи проаналізовано елементи систем та принципів кліматичного контролю, досліджено компоненти та можливості, які роблять його можливим. Розглянуто інтеграцію датчиків для збору даних про навколишнє середовище, керування виконавчими механізмами для відповідного налаштування середовища, реалізацію інтелектуальних алгоритмів для точного регулювання, створення користувацьких інтерфейсів для безперешкодної взаємодії, а також потенціал для віддаленого моніторингу та керування.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЛІМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ

2.1 Опис архітектури системи

Система контролю кліматичних параметрів являє собою програмно-апаратний модуль бездротового управління за допомогою каналу Wi-Fi, який інтегрується в систему Інтернету речей і дозволяє вимірювати температуру і вологість в приміщенні та передавати виміряні значення по мережі Wi-Fi з віддаленим доступом з мобільного телефону, планшета або персонального комп'ютера і виконує дистанційне керування електроприладом (кондиціонером або обігрівачем) в ручному або автоматичному режимі управління в залежності від заданого алгоритму охолодження/обігріву [9, 10].

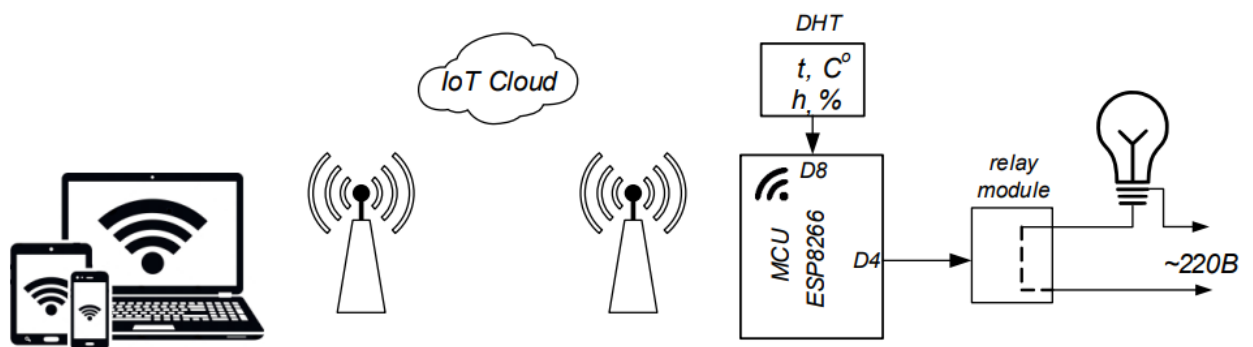


Рисунок 2.1 – Структурна схема системи контролю кліматичних параметрів

Для виключення впливу температури навколишнього середовища на результати вимірювання відносної вологості рекомендується використовувати датчі вологості разом з датчами температури [11], наприклад, DHT11, DHT22, SHT11, SHT20, SHT30, VME280, GY-21, AM2320.

Система кліматичного моніторингу складається з датча температури та вологості DHT11 [42], блоку керування з підтримкою мережі Wi-Fi (мікроконтролер ESP8266) [13-15], виконавчого пристрою - релейного модуля,

блоку живлення (рис. 1). Показники призначення: напруга живлення - 220 В $\pm 10\%$; потужність комутованого навантаження 2500 Вт (10 А/250 В); визначення температури 0-60 °С з точністю 2%; визначення вологості 20%-90% з точністю 2%; підтримка мереж Wi-Fi стандартів 802.11 b/g/n.

2.2 Апаратне забезпечення

Основний елемент системи моніторингу та управління на базі IoT, який отримує інформацію з датчика DHT11 і передає її через Wi-Fi на хмарний сервіс, до якого користувач може приєднатися і переглядати інформацію про температуру і вологість, а також дистанційно керувати пристроями, здатними впливати на кліматичні умови об'єкта управління: обігрів або охолодження, зволоження або осушення повітря.

Завдяки простоті програмування та легкості інтеграції в різні вбудовані системи, плати Arduino є одними з найпоширеніших для електронних проектів. Перше покоління плат Arduino були мікроконтролерами загального призначення, які підключалися до інтернету за допомогою GSM і Wi-Fi модулів, але в міру розвитку концепції інтернету речей почали розроблятися плати зі спеціальними функціями, що підтримують інтернет речей: Arduino 101, Arduino MKR1000, Arduino Yun, Arduino NANO 33 IoT та інші.

Мікросхеми та плати на базі ESP8266 стали одними з найкращих чіпсетів для IoT-пристроїв на базі Wi-Fi. Ці модулі досить дешеві, споживають мало електроенергії та прості у використанні. Після модуля ESP8266 Espressif пропонує модуль ESP32, який базується на двоядерному мікроконтролері і має ширший набір функцій у порівнянні з модулем ESP8266. Мікросхеми ESP мають велику гнучкість і можуть використовуватися як Wi-Fi модулі, підключатися до інших мікроконтролерів або використовуватися в автономних режимах без застосування додаткових мікроконтролерів. Вони мають малі форм-фактори і спрощують реалізацію функцій, необхідних для сфери IoT, таких як, наприклад, оновлення прошивки "по повітрю" (технологія OTA - over-

the-air). Наявність плат для розробки, таких як NodeMCU та інших плат сторонніх виробників на базі ESP, дозволяє розробникам ознайомитися з можливостями цієї платформи перед використанням її в проектах. Плати ESP8266 мають сертифікати FCC та CE, що дозволяє знизити загальні витрати на сертифікацію пристроїв після виробництва. Плати ESP забезпечують один з найнадійніших виділених інтерфейсів Wi-Fi, який включає в себе кілька протоколів, що підтримують Інтернет речей, наприклад, протокол ESP Touch.

Плати ESP8266 досить прості в освоєнні і можуть використовуватися з будь-якими мікроконтролерами для створення проектів Інтернету речей.

Розподіл портів міні-модуля WeMos D1 показано на рисунку 2. Цей модуль містить 11 портів загального призначення. Деякі порти мають додаткові функції: GPIO1, GPIO3 - UART, GPIO5/D1, GPIO4/D2 - FC/TWI, D5..D8 - SPI, D1..D7 - виходи з ШІМ (PWM), A0 - аналоговий вихід з АЦП. Через D8 (GPIO15) до модуля підключається датчик температури та вологості.

Для підключення цього модуля достатньо подати напругу живлення +5В.

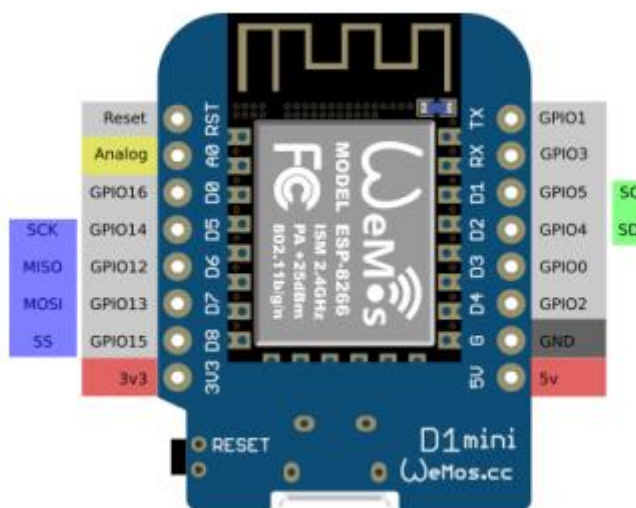


Рисунок 2.2 – Схема підключення модуля WeMos D1 mini та відповідні функції

Ключовим компонентом системи є комбінований датчик температури і вологості DHT11 (DHT22, HDC1080 або BME280). Датчик DHT11 - це цифровий

давач температури і вологості. Він містить ємнісний давача вологості і термістора. Також давач містить АЦП. DHT11 видає відкалібрований цифровий сигнал. У ньому використовується ексклюзивна технологія збору цифрового сигналу і вимірювання вологості, що забезпечує його надійність і стабільність.

Схема підключення давачів до мікроконтролера ESP8266 показана на рисунку 3.

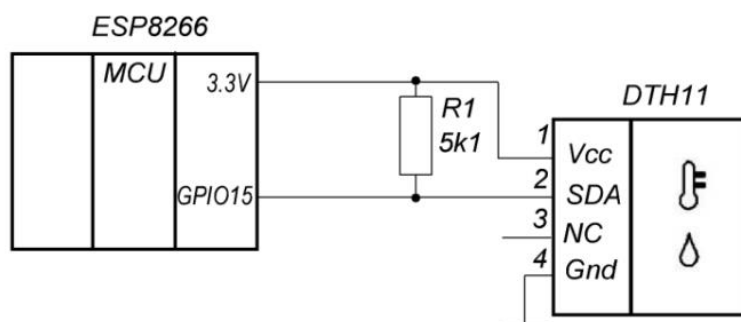


Рисунок 2.3 – Підключення давача DHT11 до мікроконтролера ESP8266

Дані давача складаються з цілої та десяткової частин як для відносної вологості (RH), так і для температури. Дані з давача DHT11 складаються з 40 біт і мають наступний формат: 16 біт даних вологості (високе і низьке значення), 16 біт даних температури (високе і низьке значення) і 8 біт даних контрольної суми (рис. 4).

00100101	00000000	00011001	00000000	00111110
High Humidity	Low Humidity	High Temperature	Low Temperature	Checksum (Parity)

Рисунок 2.4 – Формат даних давача DHT11

Для перевірки точності отриманих даних необхідно скласти всі значення вологості та температури і перевірити, чи дорівнює сума значенню контрольної суми:

$$00100101 + 00000000 + 00011001 + 00000000 = 00111110$$

Для ініціалізації передачі даних головний пристрій (мікроконтролер) повинен послати сигнал запуску, встановивши низький логічний рівень на шині даних (SDA), тривалістю 0,8 20 мс. Після надсилання стартового сигналу мікроконтролер повинен звільнити шину даних (скинувши лінію GPIO на вхід) і перейти до опитування свого стану. У відповідь на сигнал запуску давач послідовно встановлює на шині даних низький та високий логічний рівень, кожен з яких має тривалість 80 мс. Далі давач виводить 5 інформаційних байт (40 біт), що містять дані про вологість і температуру. Байти передаються стандартно, старший біт передається першим. Спочатку передається старший байт вологості (Humidity high), потім молодший байт вологості (Humidity low), потім старший (Temperature high) і молодший (Temperature low) байти температури, і останній байт містить контрольну суму (біт парності). Таким чином, вологість і температура представлені двома байтами, для конвертації необхідно розділити ці числа на 10. Наприклад, якщо ви отримали двобайтне число 638, розділіть його на 10, і ви отримаєте необхідне значення 63,8.

Мінімальний інтервал зчитування даних з давача повинен становити 2 секунди, при частому зверненні похибка вимірювання збільшується. Максимальна довжина кабелю становить 30 м при напрузі живлення 5 В, а при напрузі 3,3 В кабель не повинен перевищувати довжину 1 м.

До давача необхідно підключити підтягуючий резистор (рис. 3). Давач завжди перебував у сплячому режимі при високому рівні сигналу на лінії. Для зв'язку з ним ми повинні його активувати, отримати підтвердження і прийняти 40 біт даних.

Необхідно розглянути, як підключити виконавчий пристрій до модуля ESP8266. Для керування зовнішніми пристроями використовуються ті самі порти введення/виведення МК, що й виходи. Сигнал з будь-якої лінії будь-якого порту можна використовувати для легкого ввімкнення/вимкнення зовнішнього пристрою. Все, що потрібно, це збільшити потужність керуючого сигналу до необхідного рівня. Для цього використовуються різні схеми регулювання. Вибір схеми залежить від типу пристрою виконання. У

найпростішому випадку можна використовувати транзисторний ключ. Для управління сильнострумовими з'єднаннями необхідно використовувати більш потужні транзистори або готові транзисторні збірки. При виборі транзисторів враховуйте, що максимально допустимий струм навантаження на кожен вихід МК не повинен перевищувати 20 мА. Коли порт GPIO2 встановлений на одну площину, перемикач розімкнено, а навантаження підключено до джерела живлення, як показано на рисунку 2.5. При нульовому рівні на цьому ж виводі перемикач закритий, а навантаження відключене.

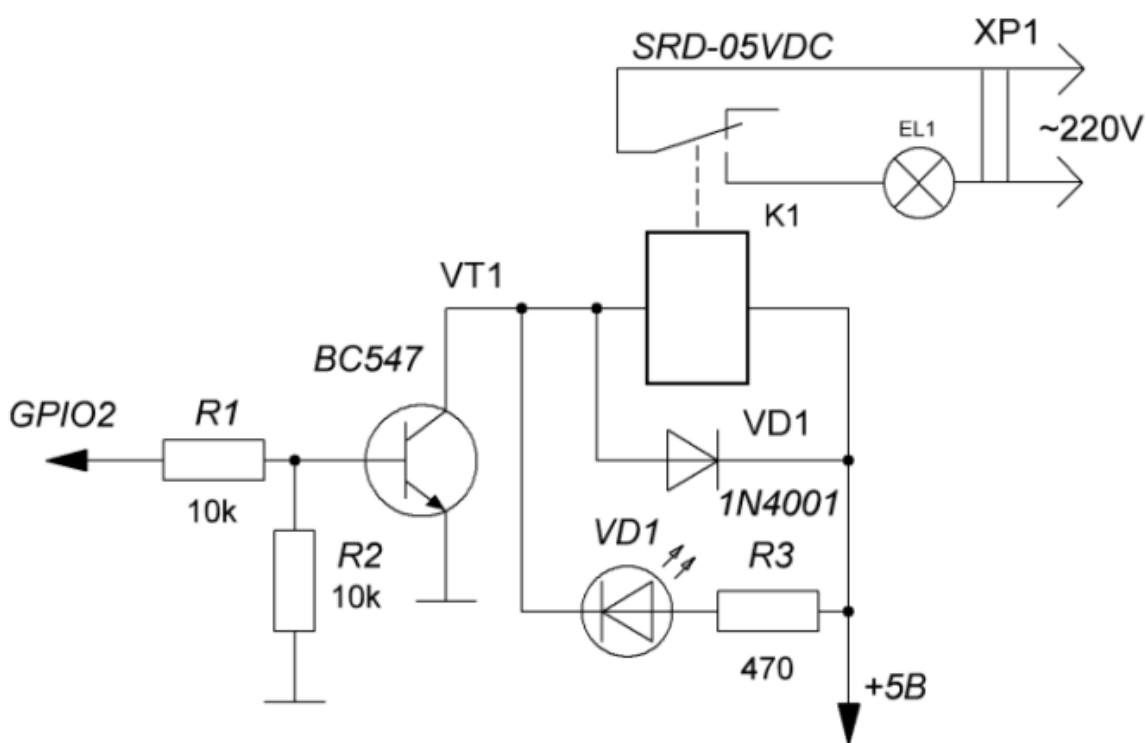


Рисунок 2.5 – Виконавчий пристрій з використанням реле

Якщо виконавчий механізм, яким керує ESP8266, живиться від 220 В змінного струму, необхідно використовувати гальванічно ізольовану схему керування. Одним з можливих варіантів є релейна схема управління. Типовий варіант схеми керування з реле показаний на малюнку 5. На цьому малюнку показаний електронний ключ, який включає в себе електромагнітне реле K1 як навантаження. Модуль ESP8266 може вмикати/вимикати електромагнітне реле

однією клавішею. Контакти реле контролюють навантаження. Така схема дозволяє комутувати досить великі напруги і струми.

Гальванічна розв'язка між усіма ланцюгами та джерелом живлення 220В забезпечує безпеку при роботі за цією схемою. Діод VD1 призначений для захисту елементів схеми від напруг самоіндукції, що виникають в котушці K1 при замкнутому перемикачі VT1. При виборі електромагнітного реле слід звернути увагу на наступні параметри: Перший - це напруга живлення реле. Має бути 5 В для пристроїв, що розробляються. Далі вказується максимально допустимий робочий струм і максимально допустима напруга для герконових контактів реле. Вони повинні відповідати фактичним значенням струму і напруги в ланцюзі навантаження. Ми обрали реле типу SRD-05VDC-SL-C.

AC-DC перетворювач напруги Hi-Link HLK-PM01 з вихідною напругою 5 В і максимальним вихідним струмом 0,6 А використовується для живлення системи кліматичного моніторингу напругою +5 В від мережі. Блок має малогабаритний герметичний корпус з ніжками для монтажу на друкованій платі. Є вбудований захист від короткого замикання.

При побудові багатьох вимірювальних пристроїв виникає проблема зменшення випадкових похибок під час вимірювання. Підвищення точності вимірювань досягається зменшенням випадкових похибок вимірювань за допомогою методу зваженого ковзного середнього з цифровим рекурсивним фільтром, який реалізується програмно [16].

2.3 Створення програмного забезпечення

2.3.1 Arduino IoT Cloud

Платформи Інтернету речей використовуються постачальниками та виробниками «розумних» пристроїв для оснащення своїх продуктів функціями дистанційного керування, моніторингу в режимі реального часу, налаштування

оповіщень та сповіщень, а також інтеграції зі смартфонами та іншими пристроями.

IoT-платформи забезпечують безперешкодну інтеграцію різного обладнання за допомогою комунікаційних протоколів, застосовуючи різні типи топології (пряме з'єднання або шлюз). Платформа IoT є ключовим інструментом для розробки IoT-додатків і сервісів, які об'єднують фізичні об'єкти (речі) і мережу (Інтернет).

Найпопулярнішими програмними платформами IoT є Microsoft Azure IoT, Amazon Web Services (AWS) IoT, Google Cloud, ThingWorx IoT, IBM Watson, Artik від Samsung Electronics, Cisco IoT Cloud Connect, Salesforce IoT Cloud, ThingSpeak та багато інших. Серед протоколів, що використовуються IoT-платформами, найбільш популярними є MQTT, CoAP, HTTP/HTTPS, AMQP, XMPP та DDS.

Хмарне сховище даних Arduino IoT Cloud значно спрощує зберігання даних і надає повний спектр послуг в рамках концепції Інтернету речей (IoT). Воно включає в себе апаратне та програмне забезпечення, хмарні сервіси та базу знань. Це хмарне сховище даних дозволяє користувачам збирати, аналізувати та будувати графіки даних з давачів, обробників подій тощо. Платформа Arduino IoT Cloud дозволяє користувачам писати коди своїх програм, компілювати і завантажувати їх на плати безпосередньо з браузера, підключати IoT-пристрої і використовувати віртуальну інформаційну панель в режимі реального часу. Платформа Arduino IoT Cloud автоматично генерує скетч відповідно до налаштувань, вказаних користувачем, коли пристрій підключено до хмари. Arduino IoT Cloud може бути інтегрована з Amazon Alexa, Google Sheets, IFTTT і ZAPIER, що дозволяє користувачам програмувати і контролювати пристрої за допомогою голосу, електронних таблиць, баз даних і автоматизувати повідомлення за допомогою веб-хуків. Платформа також дозволяє розробникам створювати свої додатки за допомогою Arduino IoT API, додаючи власні веб-хуки до кінцевих точок для більшої гнучкості.

При безкоштовному використанні Arduino IoT Cloud на платформу можна додати лише два пристрої, а час компіляції обмежений 200 секундами на день. Для розширення можливостей використання платформи можна обрати один з платних тарифів, наприклад, ENTRY (\$2.99/місяць), який дозволяє створити 10 Things, необмежений час компіляції та необмежене сховище для скетчів [17].

Для роботи з Arduino IoT Cloud [18-20] необхідно створити та увійти в обліковий запис і додати до нього новий пристрій, а саме NodeMCU ESP8266. Для цього переходимо на вкладку "Пристрої" та натискаємо "Додати пристрій", як зображено на рисунку 2.6.

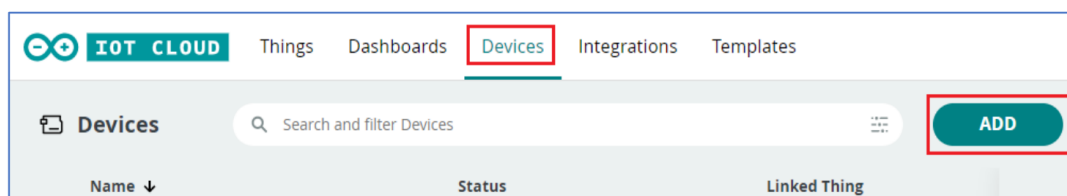


Рисунок 2.6 – Додавання нового пристрою до проекту

На рисунку 2.7 показано вікно вибору апаратної платформи. Натискаємо "Set up a 3rd party device" і обираємо плату для розробки, яку ми використовуємо. Для цього спочатку обираємо тип пристрою ESP8266, а потім у випадаючому меню обираємо NodeMCU1.0.

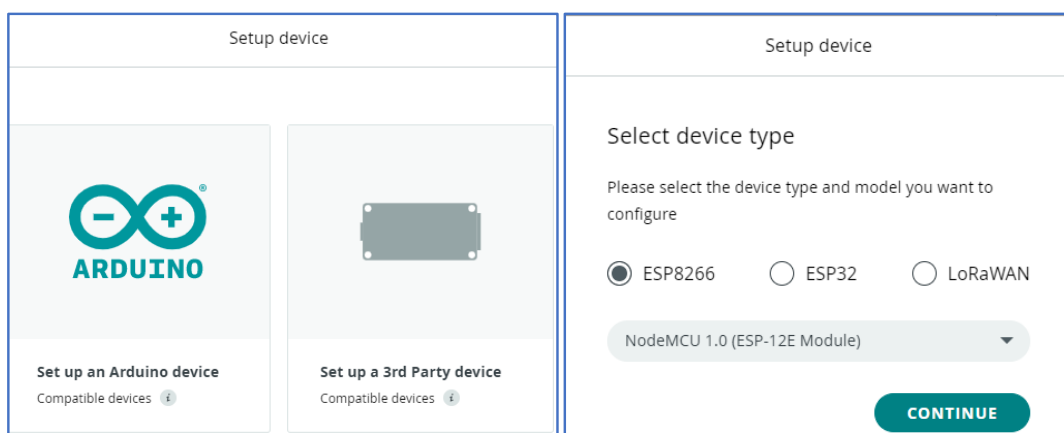


Рисунок 2.7 – Вкладка вибору плати NodeMCU ESP8266

На рисунку 2.8 задаємо ім'я пристрою, далі Next. З'явиться вікно з ідентифікатором пристрою (Device ID) та секретним ключем (Secret Key) для цього пристрою. Ідентифікатор пристрою та секретний ключ необхідно зберегти в блокноті або натиснути на кнопку «Завантажити PDF», щоб зберегти їх у форматі PDF.

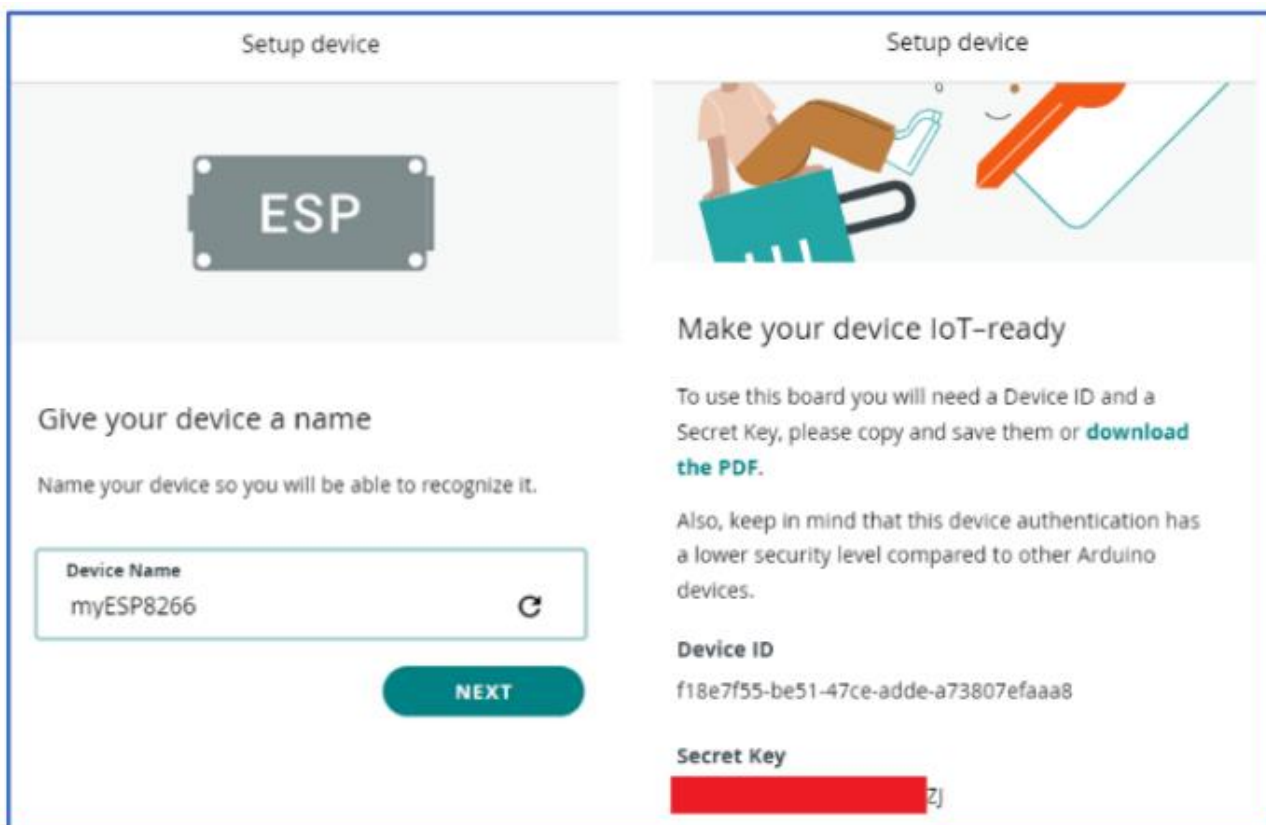


Рисунок 2.8 – Вкладка вибору плати NodeMCU ESP8266

На рисунку 2.9 наведено наступний крок, а саме створення предмета/речі. Для цього перейдіть на вкладку «Речі» і натисніть на кнопку «Створити»

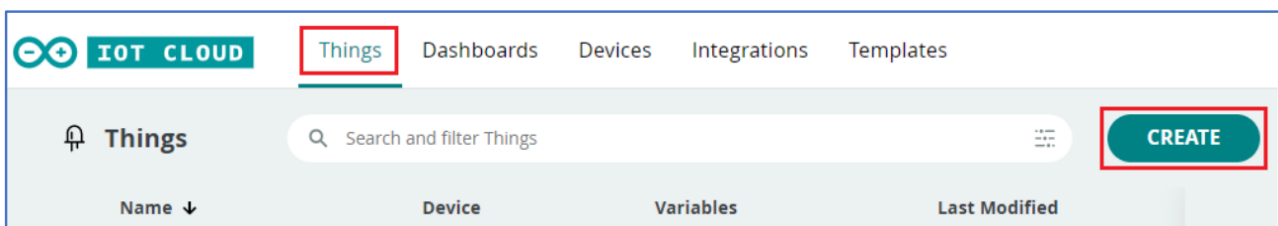


Рисунок 2.9 – Вкладка створення «речей»

На рисунку 2.10 зображена вкладка «Речі» де потрібно налаштувати три опції: Змінні, Пристрій, Мережа.

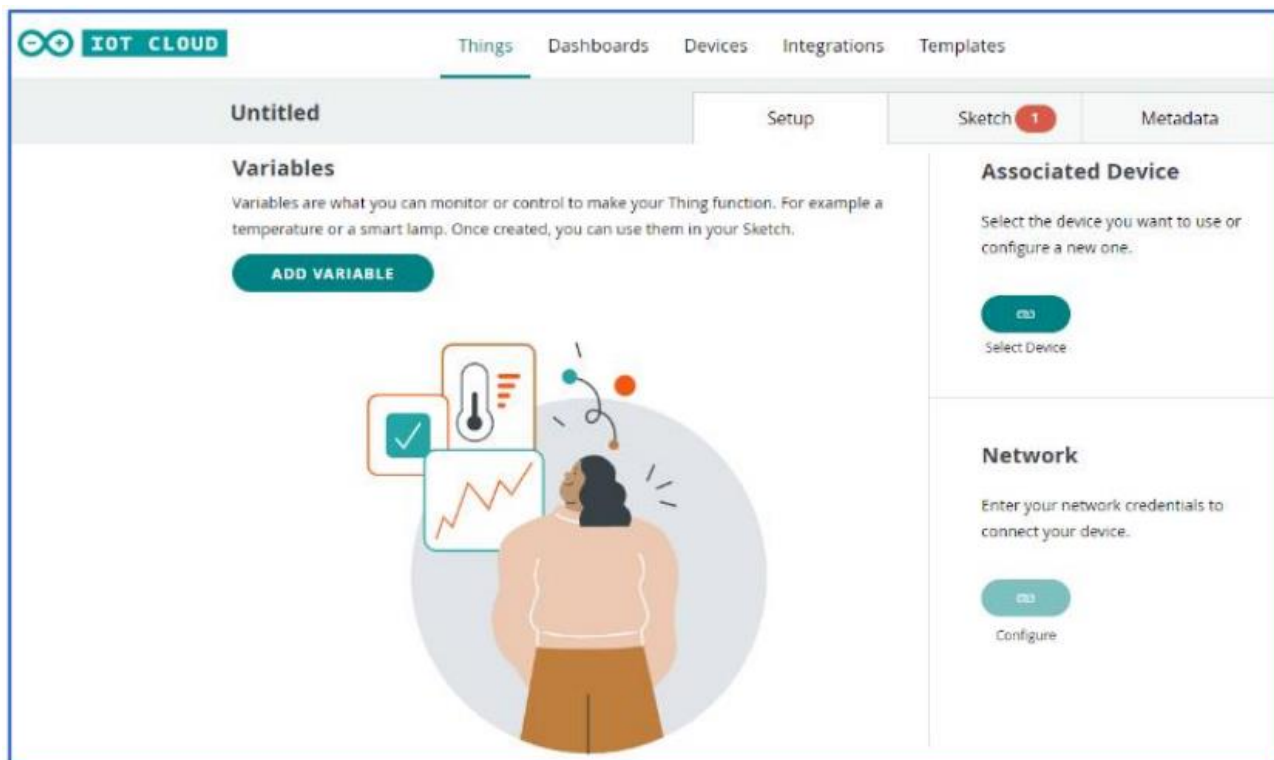


Рисунок 2.10 – Додавання змінних проекту

Щоб додати змінні, які будуть використовуватися в програмному коді, натисніть кнопку «Додати змінну». Після цього відкриється вікно, в якому необхідно заповнити інформацію про змінні як зображено на рисунку 2.11. У цьому проекті ми будемо використовувати три змінні, одна з яких буде використовуватися для керування реле, а дві інші - для зберігання значень.

The image shows three side-by-side configuration panels for variables in the AWS IoT console. Each panel is titled 'Add variable'.

- Panel 1 (led):** Name: led. Sync with other Things: . Data type: Light (eg. true). Declaration: `Light`. Variable Permission: Read & Write, Read Only. Variable Update Policy: On change, Periodically.
- Panel 2 (temperature):** Name: temperature. Sync with other Things: . Data type: Temperature Sensor (°C) (eg. 1 °C). Declaration: `CloudTemperatureSensor temperature;`. Variable Permission: Read & Write, Read Only. Variable Update Policy: On change, Periodically. Threshold: 0 °C.
- Panel 3 (humidity):** Name: humidity. Sync with other Things: . Data type: Relative Humidity (eg. 1 %). Declaration: `CloudRelativeHumidity humidity;`. Variable Permission: Read & Write, Read Only. Variable Update Policy: On change, Periodically. Threshold: 0.

A dropdown menu for the 'Light' variable is open, showing categories: Alexa compatible, Basic types (checked), Energy, Light and color (checked), Size and motion, and Time. Below the categories are examples: Integer Number (eg. 1), Light (eg. true), and Luminance (eg. 1 cd/m2).

Рисунок 2.11 – Налаштування змінних проекту

Спочатку створимо релейний перемикач (led). Його тип даних буде булевим (bool), його значення буде доступне лише для читання (Read-only), і для нього буде ввімкнено опцію оновлення (політика оновлення). Після цього натискаємо кнопку «Додати змінну». Аналогічно додаємо змінну для зберігання значень температури і вологості. Тип даних для цих змінних плаваючий, вони доступні для читання (Read-only), і для них також буде увімкнена опція оновлення. Зв'яжемо пристрої з речами. Для цього натисніть на іконку посилання в розділі «Пристрій». Після цього відкриється вікно, в якому для вибору буде доступний раніше створений пристрій. На наступному кроці необхідно ввести дані для доступу Wi-Fi (його ім'я та пароль) і секретний ключ, який був виданий під час встановлення пристрою. Для цього натисніть кнопку Налаштувати в розділі Мережа і введіть необхідну інформацію як зображено на рисунку 2.12.

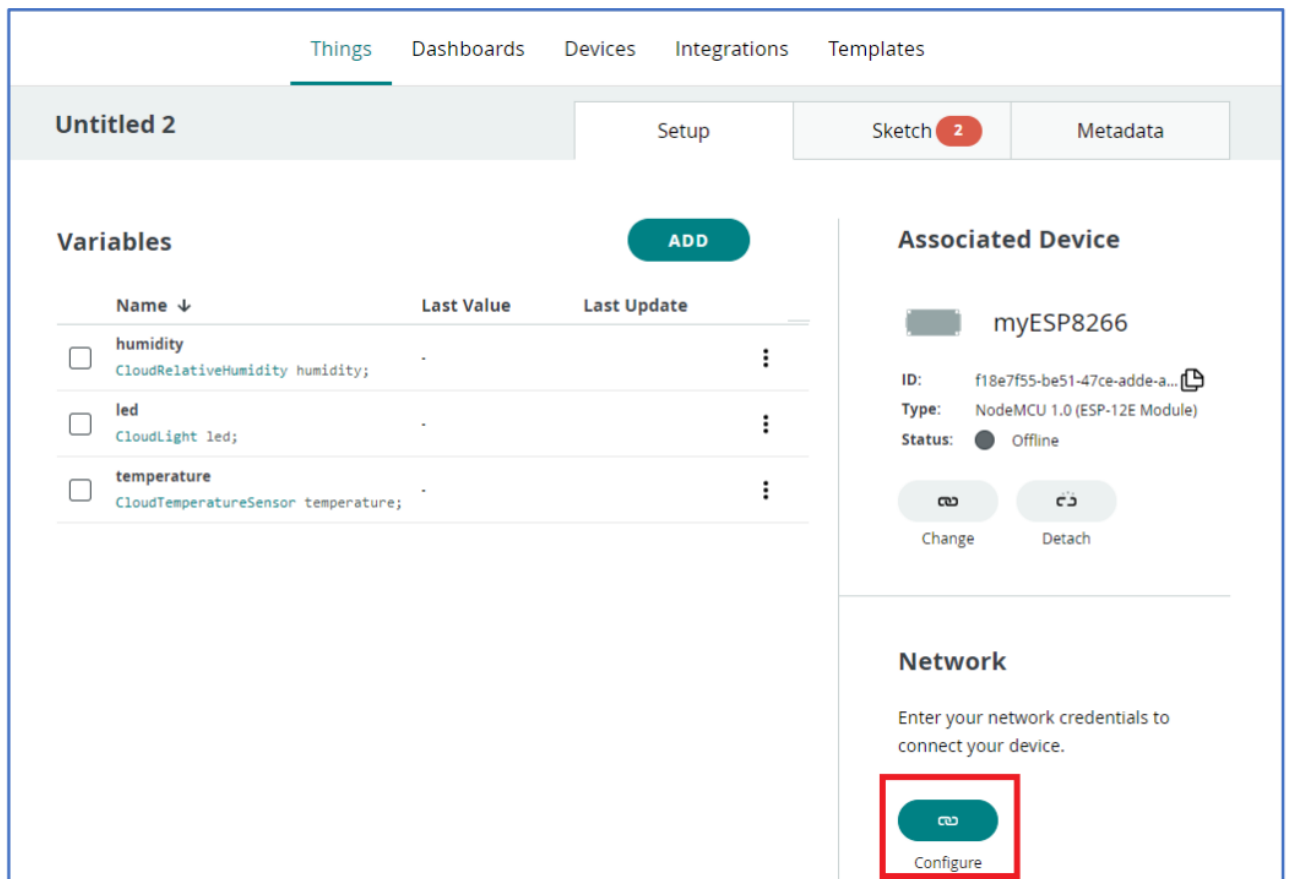


Рисунок 2.12 – Налаштування даних для підключення до Arduino IoT Cloud

Наступним кроком буде створення інформаційної панелі. Для цього перейдіть на вкладку Dashboard і натисніть на кнопку Create, зображено на рисунку 2.13.

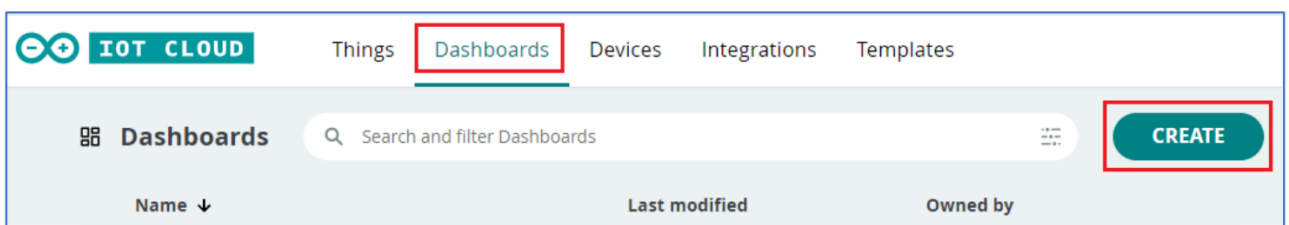


Рисунок 2.13 – Створення інформаційної панелі проекту

Щоб додати віджети на інформаційну панель, натисніть на іконку олівця у верхньому лівому кутку, а потім натисніть кнопку «Додати». Ми переходимо на вкладку «Віджети» і додаємо віджети «Перемикач», "Відсоткова шкала" і

"Графік", які ми пов'язуємо зі змінними світлодіода, вологості і температури, як зображено на рисунку 2.14 У правому верхньому куті кожного віджета є контекстне меню з командою «Змінити налаштування», яке дозволяє прив'язати до змінних, діапазону значень та початкового значення.

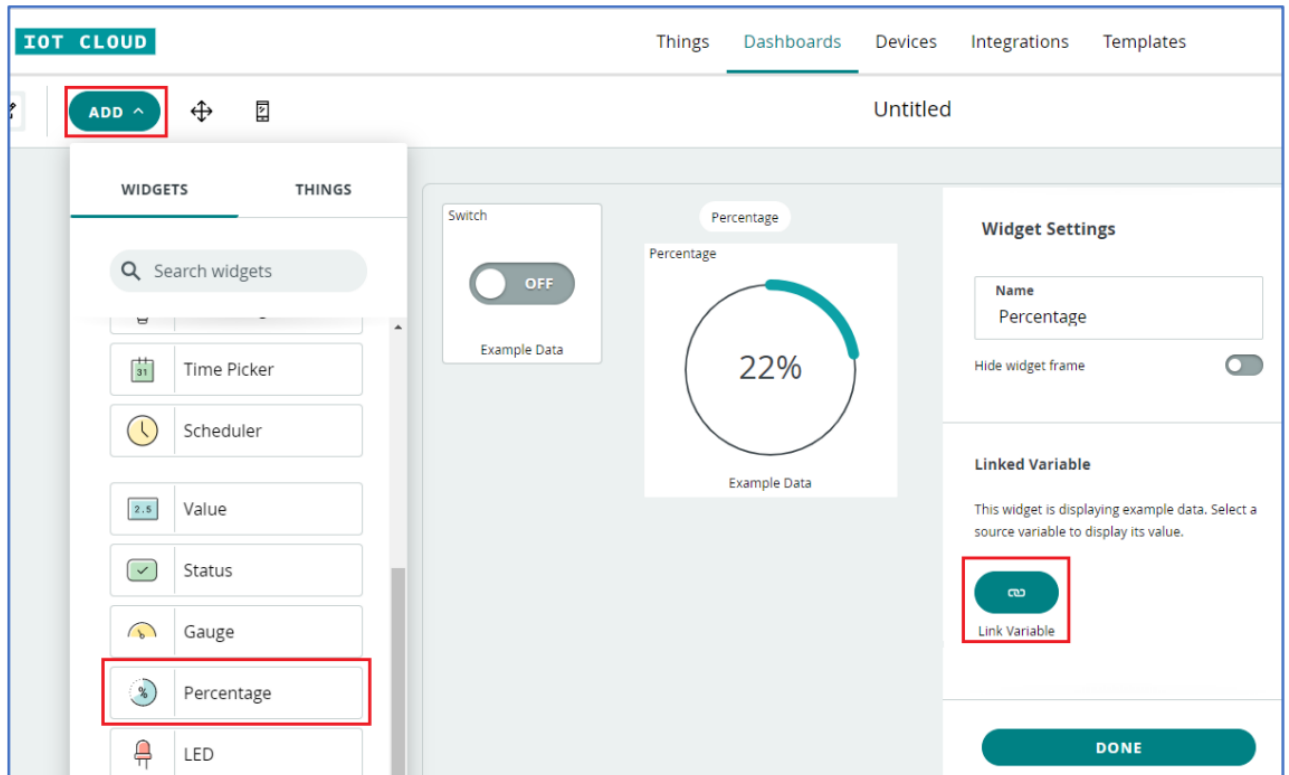


Рисунок 2.14 – Налаштування інформаційної панелі проекту

Отже, на рисунку 2.15 показано налаштування властивостей діаграми зміни температури "Графік".

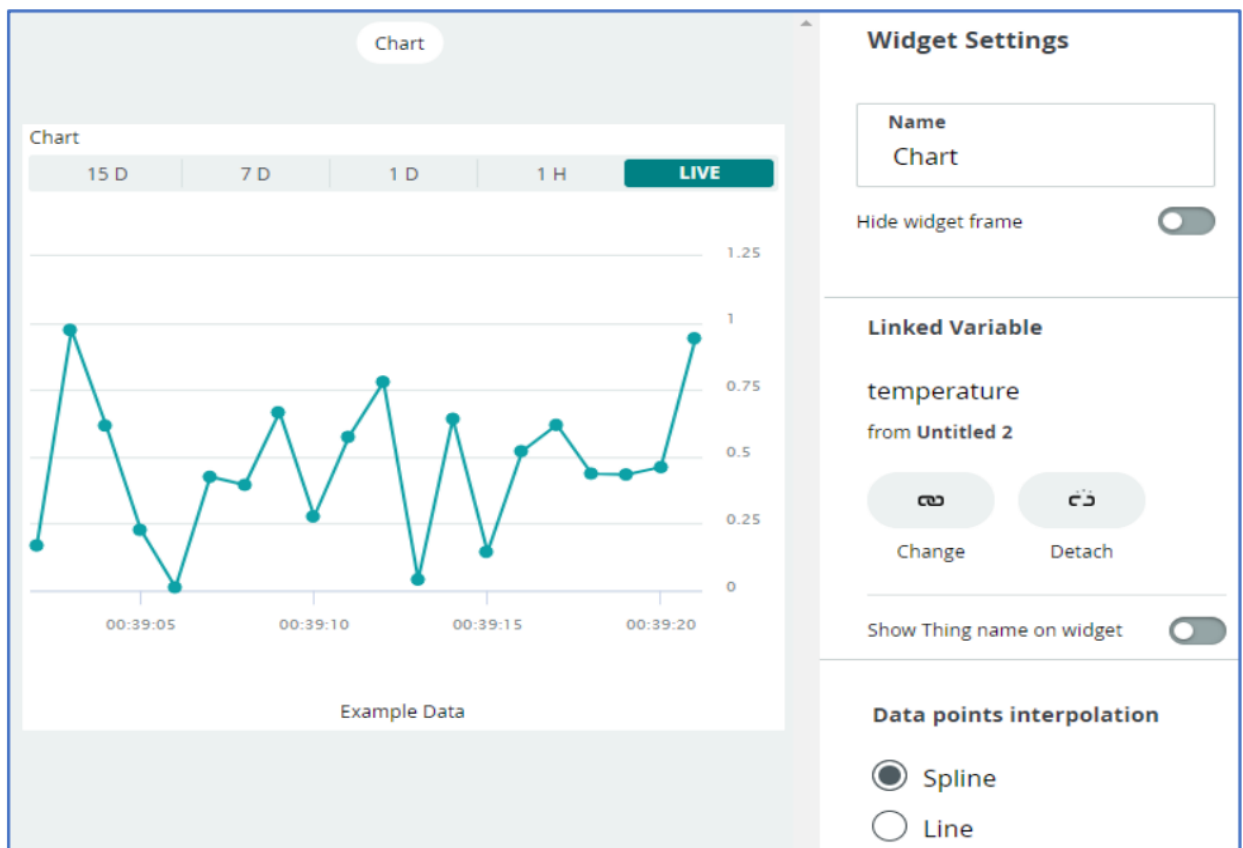


Рисунок 2.15 – Налаштування віджету діаграми

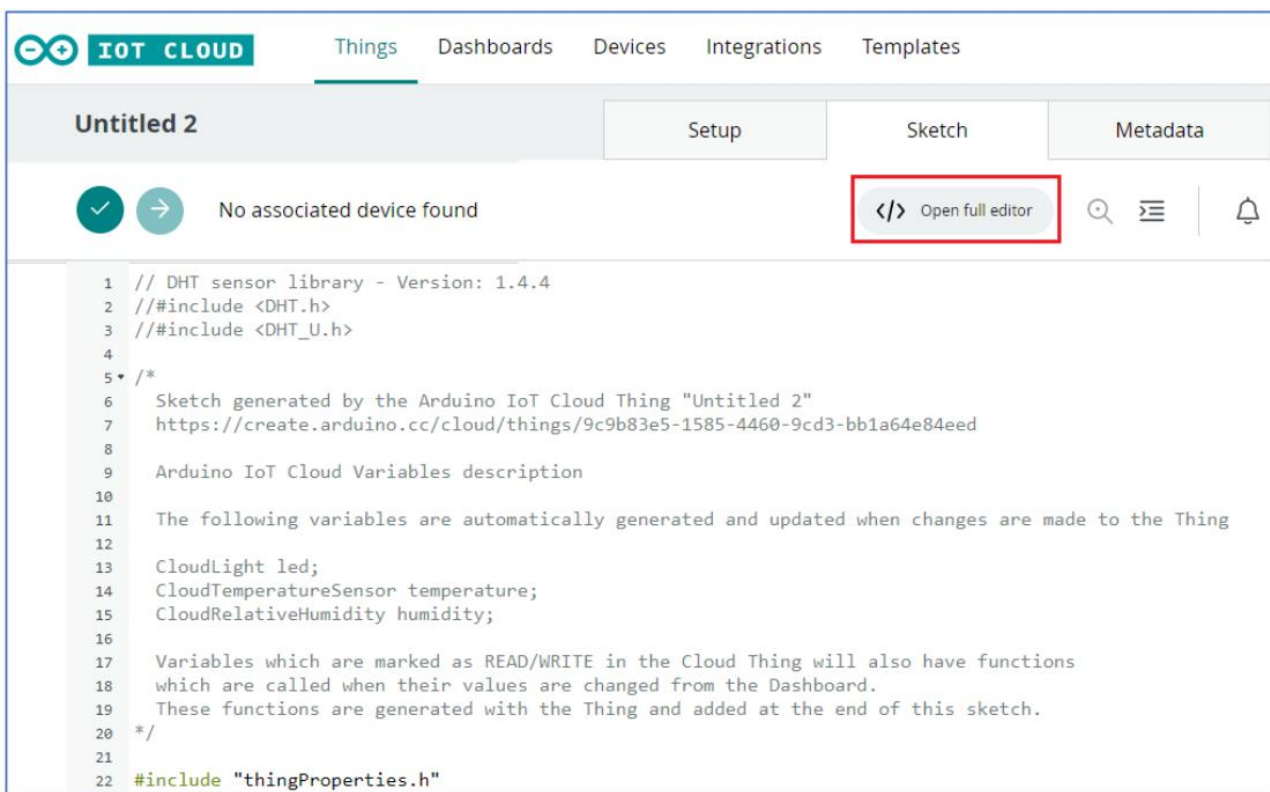
Це програмне забезпечення програмує мікроконтролер ESP8266, щоб дозволити йому взаємодіяти з стільниковими або онлайн-сервісами. Роблячи вибір, ви повинні вирішити, які функції хочуть отримати ваші користувачі.

Модуль Wi-Fi є точкою доступу і отримати дані можна тільки підключившись до модуля по радіоканалу. Модуль підключається до мереж Wi-Fi, передає дані в мобільні додатки та хмару, а також забезпечує незалежний контроль і моніторинг даних. Інформація про температуру та вологість є приватною або публічною. Моніторинг даних здійснюється лише за допомогою мобільних пристроїв та/або персональних комп'ютерів. Як часто отримувати дані. Чи потрібно зберігати дані та як довго.

2.3.2 Програмне забезпечення IoT-модуля

Після налаштування платформи Arduino IoT Cloud необхідно запрограмувати плату NodeMCU ESP8266 на отримання даних з датчика DHT11, передачу їх у хмару та виконання функцій дистанційного керування.

При додаванні змінних до «Речей» скетч у хмарі автоматично оновлюється. Більша частина коду програми (скетчу) автоматично генерується платформою. Необхідно додати лінії для роботи з датчиком DHT11 та реалізувати алгоритм дистанційного керування. Для цього відкриваємо редактор коду Arduino Cloud Editor на вкладці Sketch, як наведено на рисунку 2.16.



The screenshot shows the Arduino IoT Cloud editor interface. At the top, there are navigation tabs: Things, Dashboards, Devices, Integrations, and Templates. Below this, there are three tabs: Setup, Sketch, and Metadata. The Sketch tab is active. A red box highlights the 'Open full editor' button, which is represented by a code icon (</>). The main area displays a code sketch with the following content:

```
1 // DHT sensor library - Version: 1.4.4
2 // #include <DHT.h>
3 // #include <DHT_U.h>
4
5 /*
6 Sketch generated by the Arduino IoT Cloud Thing "Untitled 2"
7 https://create.arduino.cc/cloud/things/9c9b83e5-1585-4460-9cd3-bb1a64e84eed
8
9 Arduino IoT Cloud Variables description
10
11 The following variables are automatically generated and updated when changes are made to the Thing
12
13 CloudLight led;
14 CloudTemperatureSensor temperature;
15 CloudRelativeHumidity humidity;
16
17 Variables which are marked as READ/WRITE in the Cloud Thing will also have functions
18 which are called when their values are changed from the Dashboard.
19 These functions are generated with the Thing and added at the end of this sketch.
20 */
21
22 #include "thingProperties.h"
```

Рисунок 2.16 – Редагування коду скетчу, автоматично згенерованого платформою Arduino IoT Cloud

Для роботи з датчиком DHT11 використовується бібліотека DHT.h. Вона містить вбудовані функції `readTemperature()`, `readHumidity()` для зчитування

значень температури та вологості. Для підключення бібліотеки використовується команда зображена на лістингу 2.1.

Лістинг 2.1 – Підключення бібліотеки

```
#include "DHT.h"
#include <math.h>
```

Створюємо об'єкт класу DHT dht (DHTPIN, DHTTYPE). У першому параметрі вказуємо номер порту, до якого підключено давач, у другому - тип давача, як зображено у лістингу 2.2.

Лістинг 2.2 – Підключення давача DHT

```
#define DHTPIN 15 #define DHTTYPE DHT11 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
```

У функції налаштування визначаємо швидкість обміну даними між комп'ютером та ESP8266 через віртуальний послідовний порт, налаштовуємо порт GPIO2 як вихід для керування релейним модулем та запускаємо давач DHT. Далі ініціалізуємо змінні, які були створені в Arduino IoT Cloud (thingProperties.h), підключаємося до хмари через мережу Wi-Fi (параметри мережевого підключення SSID, PASS, KEY зберігаються у файлі Secret.h), як зображено у лістингу 2.3.

Лістинг 2.3 – Ініціалізація змінних

```
void setup() {
  Serial.begin(9600); pinMode(2, OUTPUT); delay(1500);
  dht.begin(); initProperties();
  ArduinoCloud.begin(ArduinoIoTPreferredConnection);
  setDebugMessageLevel(2);
  ArduinoCloud.printDebugInfo();
}
```

У функції циклу викликаємо функцію ArduinoCloud.update() для оновлення даних в Arduino IoT Cloud та функцію DHT_SENSOR_READ(), яка зчитує значення температури та вологості з давача та виводить ці дані на

монітор порту (для контролю працездатності давача), як наведено у лістингу 2.4.

Лістинг 2.4 – Виклик функцій оновлення та виводу даних

```
void loop() {
  ArduinoCloud.update(); DHT_SENSOR_READ();
}
```

Механізм дистанційного керування реалізовано у функції onLedChange(). Залежно від стану змінної "led" (віджет Switch) вмикається або вимикається релейний модуль, який керує вентиляцією, опаленням, кондиціонером. Наведемо реалізацію у лістингу 2.5.

Лістинг 2.5 – Функція дистанційного керування

```
void onLedChange(){ if (led==1)
  digitalWrite (2, HIGH); else
  digitalWrite (2, LOW);
}
```

Функція DHT_SENSOR_READ() зчитує значення температури і вологості з комбінованого давача DHT11 і викликає функцію AutoControl(), яка здійснює автоматичний режим керування в залежності від заданого алгоритму охолодження/обігріву. Наведемо даний функціонал у лістингу 2.6.

Лістинг 2.6 – Автоматичний режим керування алгоритму

```
void DHT_SENSOR_READ(){ float K_Filter = 3.0;
  float h, t, h_previous, h_current, t_previous, t_current;
  float dewpoint; h = dht.readHumidity(); h_previous = h_current;
  h_current = h_previous + (h - h_previous)/ K_Filter; t =
  dht.readTemperature(); t_previous = t_current;
  t_current = t_previous + (t - t_previous)/ K_Filter;
  температура = t_current;
  вологість = h_current;
  точка роси = точка роси(); Автоконтроль();
  Serial.print("Температура - "); Serial.println(t);
  Serial.print("Вологість - "); Serial.println(h);
  delay(1000); }
```


Функція `dewPoint ()` визначає значення точки роси за значеннями температури і вологості, точність якої підвищується методом зваженої ковзної середньої, як зображено у лістингу 2.7.

Лістинг 2.7 – Функція визначення точки роси

```
float dewPoint(){
  float a=17.27, float b=237.7
  float funRhT = a* температура/(b+ температура);
  funRhT += log(вологість/100);
  float drew = b*fun RhT/(a-fun RhT);
  return drew;
}
```

Функція `AutoControl ()` реалізує алгоритми регулювання автоматизованих систем вентиляції та кондиціонування повітря на основі значення точки роси або основних термодинамічних параметрів [21]. Код цієї функції можна адаптувати під будь-яку задачу клімат-контролю за правилами нечіткої логіки та додати автоматичні сповіщення за допомогою веб-хуків через сервіс IFTTT, наприклад, надсилання сповіщень на Telegram-канал або електронну пошту. Дану функцію наведено у лістингу 2.8

Лістинг 2.8 – Функція алгоритми регулювання систем вентиляції

```
void AutoControl(){
  if ((температура > 22) || (вологість >65))
    digitalWrite (2, HIGH); else
    digitalWrite (2, LOW);
  delay (1500); }
```

2.3.3 Програмування ESP8266 для передачі даних до хмари Arduino

Додамо бібліотеку `DHT.h` до `Arduino Cloud Editor`. Для цього у вертикальному меню виберемо `Libraries` і у вікні пошукового запиту введемо `DHT`. Серед запропонованих бібліотек обираємо `DHT SENSOR LIBRARY FOR ESPX`, як показано на рисунку 2.17. Отже фізично підключили модуль `NodeMCU` з підключеним давачем `DHT11` та світлодіодом, що імітує роботу

реле (встановлений на модулі виробником), до комп'ютера, як наведено у додатку А. Якщо хмара Arduino IoT Cloud не виявила підключений модуль автоматично, необхідно встановити програму Arduino Create Agent.

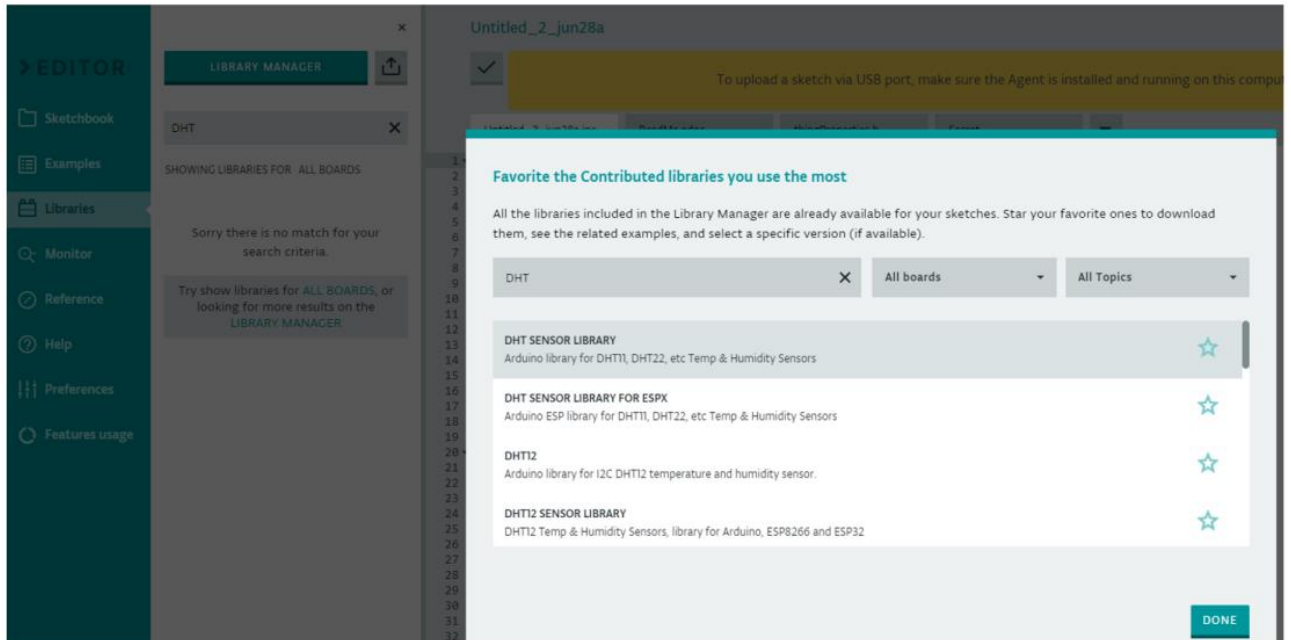


Рисунок 2.17 – Додавання бібліотеки DHT у редакторі Arduino Cloud Editor

На рисунку 2.18 показано, що модуль NodeMCU підключено до COM9 і можна розпочати перевірку проекту. Якщо помилок немає, вибираємо кнопку «Load» і завантажуюмо скетч в модуль NodeMCU.



Рисунок 2.18 – Перевірка коду на наявність помилок у Arduino IoT Cloud

Відкриваємо режим «Послідовний монітор» як показано на рисунку 2.19 і спостерігаємо за даними температури і вологості, які вимірюються датчиком і передаються модулем на комп'ютер через віртуальний послідовний порт.

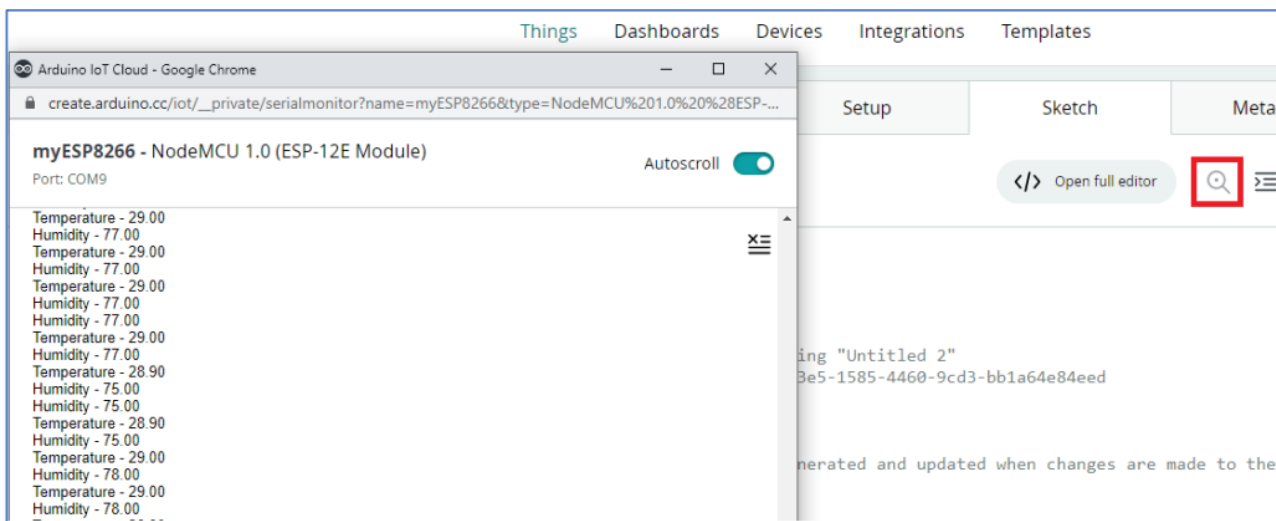


Рисунок 2.19 – Виведення інформації про модуль NodeMCU до Arduino IoT Cloud у режимі «Serial Monitor»

2.4 Висновок до другого розділу

Система моніторингу клімату базується на мікроконтролері ESP8266, який входить до складу платформи NodeMCU або WeMos D1 mini. Мікроконтролер організовує передачу даних через Wi-Fi до хмарної платформи Arduino IoT Cloud. В якості комбінованого датчика температури та вологості використано датчик DHT11. Порт GPIO2 використовується для керування виконавчим пристроєм в ручному або автоматичному режимі, в залежності від заданого алгоритму охолодження/нагрівання. Експериментальний зразок реалізовано на модулі NodeMCU, в якості індикації режиму дистанційного керування використовується вбудований в плату світлодіод синього кольору, який підключено катодом до порту GPIO2, що зображено на рисунку 2.20. Це необхідно враховувати, оскільки деякі релейні модулі зображені у додатку А використовують транзистор типу р-п-р (вмикається за рівнем логічного 0).

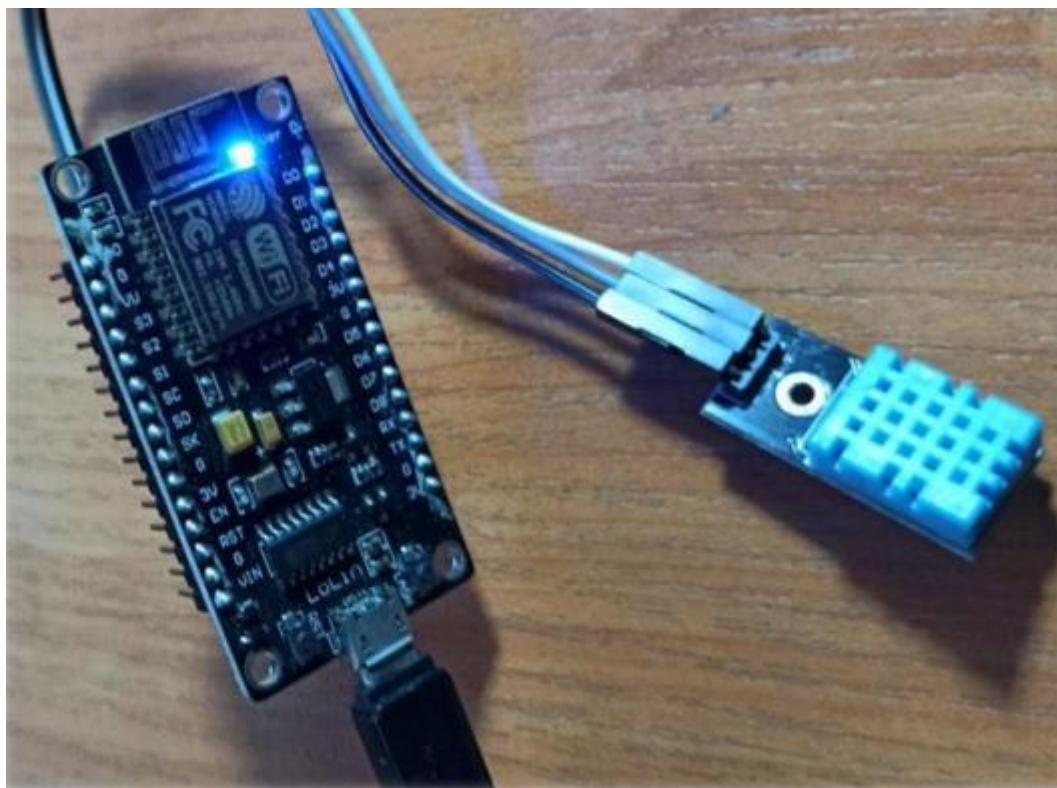


Рисунок 2.20 – Експериментальний зразок системи клімат-контролю на базі модуля NodeMCU

Панель онлайн-моніторингу та управління, яка була створена на платформі Arduino IoT Cloud, наведена у додатку Б. Для зручності роботи з дашбордом Arduino IoT Cloud можна встановити на телефон мобільний додаток IoT Remote з офіційного Google Play або App Store як наведено у додатку Б.

Під час експериментальних досліджень запропонована система дозволила застосувати метод зваженого ковзного середнього для підвищення точності вимірювань температури та вологості. При температурі $26,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ і вологості 65% розраховане значення точки роси становить $19,65\text{ }^{\circ}\text{C}$, що відповідає табличним значенням. За допомогою платформи Arduino існує потенціал створити індивідуальну систему клімат-контролю, пристосовану до конкретних потреб. Інтегруючи датчики, виконавчі механізми, алгоритми керування та інтерфейси користувача, ви можете досягти точного контролю температури та вологості, дистанційного моніторингу та керування, енергоефективності та масштабованості.

РОЗДІЛ 3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Долікарська допомога при ураженні електричним струмом

У сучасному світі електрична енергія є невід'ємною частиною нашого повсякденного життя. Вона живить наші побутові прилади, освітлює наші будинки та забезпечує роботу промислових комплексів. Однак, не зважаючи на всі переваги, пов'язані з електричною енергією, вона також може стати причиною небезпеки для людей. Ураження електричним струмом може мати серйозні наслідки для здоров'я і навіть призвести до смерті. У таких випадках надання долікарської допомоги має вирішальне значення і може врятувати життя потерпілого.

Одразу після того, як особа отримала ураження електричним струмом, важливо негайно забезпечити безпеку для особи яка буде надавати долікарську допомогу та навколишніх людей, які будуть відігравати другорядну роль, адже при близькому контакті з прямим джерелом електробезпеки є висока вірогідність отримання травм. Перш за все, необхідно відключити джерело електричного струму. Найкращим вирішенням проблеми буде вимкнення перемикача або витягнення вилки з розетки. Важливо не торкатися постраждалої особи без наявності ізолюваних рукавичок або інших засобів ізоляції, також необхідно розміститись на сухій та ізолюваній поверхні. Пересування особи без крайньої на це потреби є суворо заборонене.

Наступним кроком є виклик медичної допомоги. Швидка допомога має бути повідомлена про ураження електричним струмом і про наявність потерпілого інформація про стан потерпілого повинна надаватися швидко і чітко. Тимчасова втрата свідомості, опіки або інші видимі пошкодження шкіри можуть свідчити про серйозні ураження, тому необхідно негайно звернутися за медичною допомогою, це значно збільшить шанси постраждалого на виживання.

Важливим етапом долікарської допомоги є оцінка стану потерпілого. При виявленні відсутності дихання, необхідно розпочати штучне дихання та серцево-легеневу реанімацію (СЛР). Навчитися правильно проводити СЛР - це надзвичайно важлива навичка, яку слід мати кожному, оскільки можливість врятувати життя людини залежить від швидкості та належного надання першої медичної допомоги. Якщо потерпілий дихає, але не має пульсу, слід провести тільки СЛР.

Далі, слід перевірити наявність інших травм або пошкоджень, таких як переломи або опіки. Якщо на тілі є виявлено опіки, необхідно негайно охолодити пошкоджену ділянку. Холод допоможе зменшити біль і запобігти подальшому ушкодженню тканин. Важливо уникати накладання льоду безпосередньо на шкіру, оскільки це може призвести до обмороження.

Ураження електричним струмом може також спричинити серцеві порушення, такі як фібриляція шлуночків. У такому випадку використання автоматизованого зовнішнього дефібрилятора (АЗД) може бути вирішальним. АЗД - це пристрій, який дозволяє провести електричний розряд через грудну клітку, щоб відновити нормальний ритм серця. Цей пристрій широко розповсюджений в публічних місцях, таких як аеропорти, торгові центри та інші громадські приміщення. Знання про розташування найближчого АЗД може врятувати життя у разі ураження електричним струмом.

Важливою частиною долікарської допомоги є попередження додаткових ушкоджень. Необхідно переконатися, що потерпілий знаходиться в безпечному місці, де немає ризику подальших уражень. Також необхідно уникати контакту з вологою поверхнею, оскільки вода може проводити електричний струм. Якщо потерпілий перебуває в небезпеці, слід негайно повідомити про це спеціалістів із рятувальних служб.

Однак, найкращим рішенням є попередження уражень електричним струмом. Необхідно дотримуватися всіх правил безпеки, пов'язаних з роботою з електричними пристроями. Категорично заборонено ремонтувати пошкоджену електричну розетку або провід, без наявності необхідних знань і навичок.

Використання ізольованих рукавичок та інструментів, при роботі з електричними проводами є надзвичайно важливим. Установка розеток з диференційними автоматами (РДА), які автоматично відключають електропостачання при виявленні небезпечних ситуацій дозволить запобігти виникненню екстрених ситуацій [22].

Ураження електричним струмом є серйозною небезпекою для здоров'я і може мати фатальні наслідки. Долікарська допомога, надана на ранніх етапах, може врятувати життя потерпілого. Важливо знати основні принципи надання першої медичної допомоги у разі ураження електричним струмом і дотримуватися всіх правил безпеки під час роботи з електричними приладами. Запобігання ураженням електричним струмом є найкращим підходом, але знання про першу допомогу у разі виникнення небезпеки дозволять зберегти найцінніше – людське життя та здоров'я.

3.2 Вимоги безпеки праці під час експлуатації систем вентиляції, опалення чи кондиціонування повітря.

Системи вентиляції, опалення та кондиціонування повітря є невід'ємною частиною багатьох будівель і сприяють забезпеченню комфортних умов для роботи і проживання. Проте, під час експлуатації цих систем виникають певні ризики, пов'язані з безпекою праці. З метою забезпечення безпечного та здорового робочого середовища існують вимоги, які необхідно враховувати під час проектування, монтажу та експлуатації цих систем.

Один з основних аспектів безпеки праці пов'язаний з відповідним проектуванням систем вентиляції, опалення та кондиціонування повітря. Проектування повинно враховувати тип приміщення, його розмір, кількість працівників або мешканців, а також їх потреби у повітрі та комфортних умовах. Забезпечення належного обсягу повітря та правильного розподілу температури є важливими аспектами, що впливають на безпеку та здоров'я працівників.

Під час монтажу систем вентиляції, опалення та кондиціонування повітря важливо дотримуватись вимог безпеки. Роботи з монтажу повинні проводитись кваліфікованими спеціалістами з використанням відповідного обладнання та інструментів. Крім того, необхідно дотримуватись правил електробезпеки, особливо при підключенні електричних компонентів систем. При встановленні систем вентиляції слід також забезпечувати безпечний доступ до всіх елементів системи для обслуговування та ремонту.

Експлуатація систем вентиляції, опалення та кондиціонування повітря повинна здійснюватися відповідно до рекомендацій виробника та нормативних документів. Регулярна технічна перевірка та обслуговування систем допомагає попередити можливі аварійні ситуації та забезпечує безперебійну роботу. Очищення фільтрів, перевірка роботи вентиляторів та контроль параметрів повітря (таких як вологість, температура, швидкість потоку повітря) є важливими аспектами регулярного обслуговування.

Додатковою мірою безпеки є навчання працівників щодо правильного використання систем вентиляції, опалення та кондиціонування повітря.

Природна та штучна вентиляції повинні відповідати наступним санітарно-гігієнічним вимогам:

- створювати в робочій зоні приміщень нормовані метеорологічні умови праці (температуру, вологість і швидкість руху повітря);
- повністю усувати з приміщень шкідливі гази, пари, пил та аерозолі або розчиняти їх до гранично допустимих концентрацій;
- не вносити в приміщення забруднене повітря ззовні або шляхом засмоктування забрудненого повітря з суміжних приміщень;
- не створювати на робочих місцях протягів чи різкого охолодження;
- бути доступними для управління та ремонту під час експлуатації;
- не створювати під час експлуатації додаткових незручностей (наприклад, шуму, вібрацій, попадання дощу, снігу).

Працівники повинні бути ознайомлені з принципами роботи систем, процедурами заміни фільтрів, а також правилами експлуатації в разі аварійних

ситуацій, наприклад, виникнення задимлення або пожежі. Знання про запобіжні заходи та процедури евакуації можуть врятувати життя і здоров'я працівників у випадку надзвичайних ситуацій.

Одним з основних аспектів безпеки праці є контроль якості повітря, яке постачається системами вентиляції. Регулярний аналіз якості повітря на наявність шкідливих речовин, таких як гази, пил, бактерії чи алергени, допомагає виявити можливі проблеми з системою та вжити відповідних заходів для їх вирішення.

Крім того, важливо враховувати нормативні вимоги щодо розміщення систем вентиляції, опалення та кондиціонування повітря. Наприклад, деякі компоненти систем можуть вимагати певної відстані від робочих місць або повинні бути відокремлені від інших приміщень з метою запобігання поширенню шкідливих речовин.

Усі працівники, які мають прямий контакт з системами вентиляції, опалення та кондиціонування повітря, повинні мати необхідні засоби індивідуального захисту. Це можуть бути респіратори, захисні окуляри, відповідний одяг тощо. Застосування відповідних засобів індивідуального захисту допомагає зменшити ризик впливу шкідливих речовин на здоров'я працівників [23].

Забезпечення належного проектування, монтажу, обслуговування і користування цими системами допомагає забезпечити безпеку та здоров'я працівників і мешканців будівель, знизити ризик виникнення аварій та забезпечити комфортні умови праці та проживання.

3.3 Висновок до третього розділу

В третьому розділі кваліфікаційної роботи описано головні аспекти безпеки праці та надання долікарської допомоги, які повинні бути враховані при роботі з електричними системами та системами вентиляції, опалення чи кондиціонування повітря. У разі ураження електричним струмом працівникам

слід негайно надавати медичну допомогу, оскільки це може бути небезпечним для їхнього життя. Крім того, необхідно дотримуватись вимог безпеки праці, щоб запобігти можливим аваріям або порушенням функціонування систем вентиляції, опалення чи кондиціонування повітря. Це включає правильне встановлення та обслуговування обладнання, дотримання норм та протоколів безпеки, а також регулярну перевірку та планове технічне обслуговування. Забезпечення безпеки праці та надання долікарської допомоги є важливими аспектами для забезпечення безпечного та здорового робочого середовища.

ВИСНОВКИ

Контроль температури зберігання та вологості повітря важливий для різних технологічних процесів. Використання бездротових технологій надає ряд переваг: простота встановлення та експлуатації, масштабованість і простота рішення, інтеграція з мобільними пристроями. Бездротові технології є оптимальним вибором для реконструкції, ремонту та встановлення нових систем. Моніторинг температури і вологості на основі IoT ефективно знижує витрати на людські ресурси для контролю температури і вологості.

В першому розділі кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр» було проаналізовано елементи та принципи роботи систем контролю кліматичних параметрів в будинках та розглянуто їх компоненти. Проаналізовано поширені системи та платформи контролю в «розумних будинках».

Розглянуто інтеграцію датчиків для збору даних про навколишнє середовище, керування виконавчими механізмами для відповідного налаштування середовища, впровадження інтелектуальних алгоритмів для точного керування, створення користувацьких інтерфейсів для безперебійної взаємодії, а також віддалений моніторинг і можливість керування враховуються.

В другому розділі кваліфікаційної роботи: запропоновано розробку системи контролю на базі платформи Arduino Cloud IoT, яка дозволяє користувачеві збирати, аналізувати та керувати даними з мобільного додатку та веб-панелі.

Запропоновано застосувати метод зваженого ковзного середнього для підвищення точності вимірювання параметрів температури та вологості, які використовуються для розрахунку значення точки роси або термодинамічних параметрів повітря, необхідних для алгоритмів роботи автоматизованих систем вентиляції та кондиціонування.

Система клімат-контролю реалізована на базі IoT-модуля NodeMCU (WeMos), комбінованого датчика DHT11 та релейного модуля з мінімальною вартістю та можливістю адаптації до системи моніторингу та управління приміщеннями навчального закладу. Поточні кліматичні дані доступні онлайн. Оператор, який безпосередньо керує об'єктом, бачить всю інформацію в режимі реального часу на цифровій панелі. Це, в свою чергу, дозволяє ефективно використовувати фінансові ресурси та, при вдосконаленні даної системи, автоматично встановлювати температуру в приміщенні, в робочий чи неробочий час, а також контролювати стан надзвичайних ситуацій.

У розділі «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» ... Висвітлено головні аспекти безпеки праці та надання долікарської допомоги, які повинні бути враховані при роботі з електричними системами та системами вентиляції, опалення чи кондиціонування повітря.

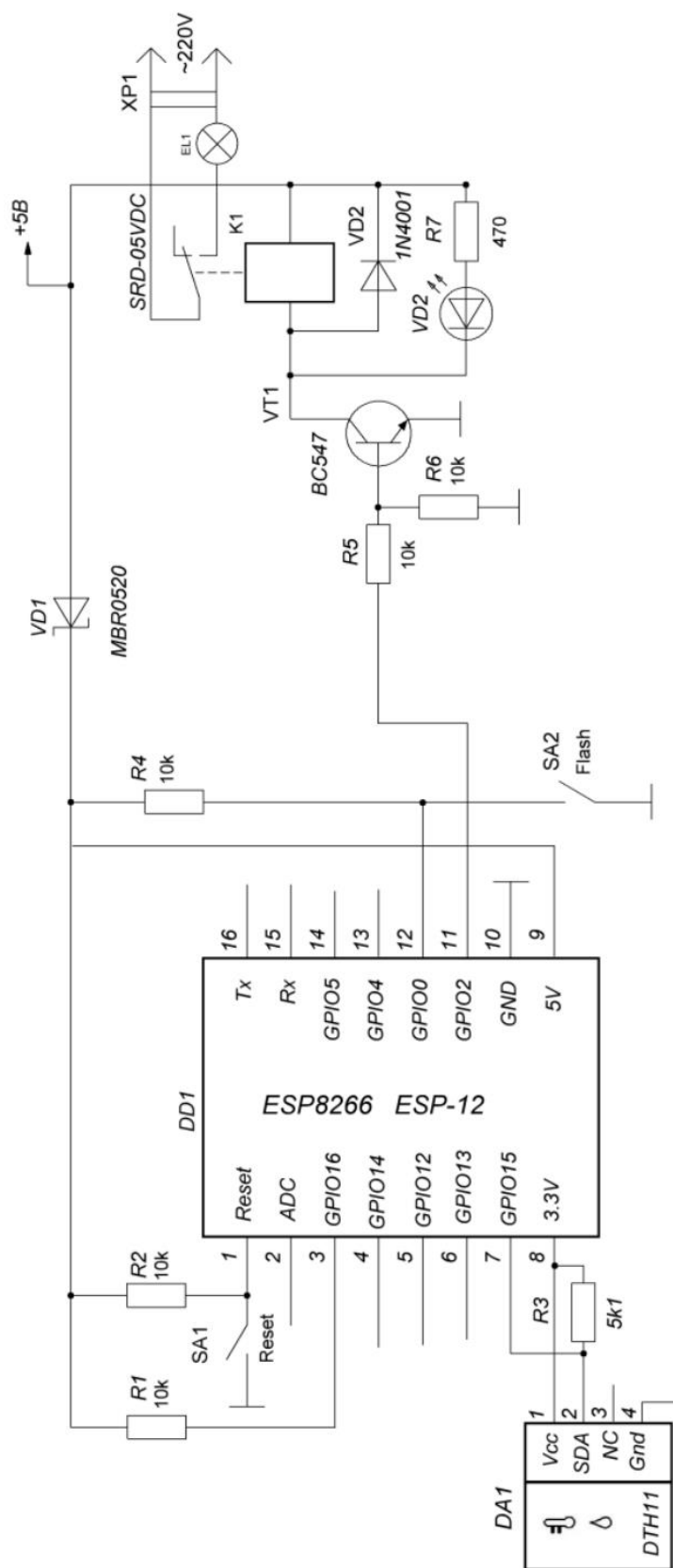
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ

- 1 Laurenson, C. (2021). “Smart Home Choices Wired vs. Wireless.” – [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.tltechsmart.com> . – Дата доступу: 25.05.2023.
- 2 Shea, S. (2020). “Smart Home or Building (home automation or domotics).” [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com> – Дата доступу: 15.05.2023.
- 3 Simonet, A. C.; Noyce, A. J. (2021). “Domotics, Smart Homes, and Parkinson’s Disease.” *Journal of Parkinson’s Disease* 11(s1):1-9.
- 4 Your helpful home starts here (Google Home app).” Онлайн: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com> – Дата доступу: 16.05.2023.
- 5 Smart Home Essentials. Онлайн: www.apple.com. – Дата доступу: 19.05.2023.
- 6 CONTROL4 SMART HOMES. Онлайн: <https://www.control4.com> – Дата доступу: 05.06.2023.
- 7 This is Home Automation. Онлайн: <https://hubitat.com> – Дата доступу: 27.05.2023.
- 8 Arduino Documentation. Онлайн: <https://www.arduino.cc> – Дата доступу: 29.05.2023.
- 9 S. Tsyurulnyk, Mobile applications and online WI-FI monitoring platforms of weather stations, Open educational e-environment of modern University, volume 9, 2020, pp. 181–192.
- 10 S. Tsyurulnyk, M. Tsyurulnyk, Temperature and humidity monitoring system on the IOT module, in: Proceedings of the II NPK. Computer Technologies of Data Processing (CTDP-2021), Vinnytsia, 2021, pp. 105-108
- 11 V. Vychuzhanyn, S. Maliuta, Digital device for determining the thermodynamic parameters of air on the FPGA company Altera, *Circuit design*, 4, 2005, pp. 30-33.

- 12 Arduino - Temperature Humidity Sensor. Онлайн: <https://arduinogetstarted.com> – Дата доступу: 29.05.2023
- 13 S. Tsyurulnyk, V. Tromsyuk, M. Tsyurulnyk, P. Rymar, Energy Monitoring System based on IoT, in: CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS. org). 2021. Vol. 3039. P. 136–153.
- 14 A. Javed, Building Arduino Projects for the Internet of Things, Experiments with Real-World Applications. United States of America: Apress Media, LLC, 2016, pp. 15-34.
- 15 K. Küçük, C. Bayılmış, D. L. Msongaleli, Designing real-time IoT system course: prototyping with cloud platforms, laboratory experiments and term project, IJEEE, 58(3), 2021, pp. 743-772.
- 16 V. Kucheruk, I. Kolomiichuk, The use of recursive filters to reduce random measurement errors, Bulletin of the Engineering Academy of Ukraine, 1, 2013, pp. 251-254.
- 17 Arduino IoT Cloud, Онлайн: <https://create.arduino.cc/iot> – Дата доступу: 01.06.2023.
- 18 Kurniawan, Arduino IoT Cloud, in: Beginning Arduino Nano 33 IoT. Apress, Berkeley, CA, 2021.
- 19 Hao Xu, Chul-Won Kim. "Design and implementation of LED lighting control system using Arduino Yun and cloud in IoT". The Journal of the Korea institute of electronic communication sciences 11.10 (2016): 983-988.
- 20 Getting Started With the Arduino IoT Cloud, Онлайн: <https://docs.arduino.cc/arduinocloud> – Дата доступу: 17.05.2023.
- 21 D. Karabekova, P. Kissabekova, V. Kucheruk, E. Mussenova, & S. Azatbek. Main characteristics of the heat flow meter, Eurasian Physical Technical Journal, 19.2(40), 2022, pp. 71-74.
- 22 Electric shock first aid treatment Онлайн: www.safetyfirstaid.co.uk. – Дата доступу: 15.05.2023.
- 23 Основи охорони праці. В. Ц. Жидецький, В. С. Джигирей, О. В. Мельников — Вид. 2-е, Львів: Афіша, 2000.

ДОДАТКИ

Схема системи моніторингу клімату з використанням ESP8266



Інформаційна панель системи кліматичного контролю з використанням Arduino IoT Cloud

