

Факультет комп'ютерних наук та технологій
Кафедра комп'ютерних систем та мереж

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

бакалавра

(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему «РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРНИХ
ПОКАЗЧИКІВ У ПРИМІЩЕННІ»

Виконав: студент 4 курсу, групи КНТ-520
спеціальності _____

123 Комп'ютерна інженерія

Освітня програма (спеціалізація)

Комп'ютерна інженерія

(код і назва спеціальності)

МОТОШИН А.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник ІЛ'ЯШЕНКО М.Б.

(прізвище та ініціали)

Рецензент КОЗИНА Г.Л.

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Комп'ютерних наук і технологій

Кафедра «Комп'ютерні системи та мережі»

Ступінь вищої освіти (освітній ступінь) бакалаврський

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія
(код і назва)

Освітня програма (спеціалізація) Комп'ютерна інженерія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

“ ” 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

МОТОШИНУ Андрію Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) «Розробка системи моніторингу температурних показників у приміщенні»

керівник проекту (роботи) ІЛЬЯШЕНКО М.Б., к. т. н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “01” квітня 2024 року № 105

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 01.06.2024 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1) Огляд ринку та актуальність

2) Розробка диспетчерського пульта нагрівача

3) Написання програми

4) Опис алгоритму розробки пристрою

5) Інтерфейс користувача

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


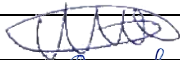


Приклад можливостей UniPing server solution v4/SMS

Графік, створений на базі пристрою NetPing

Структурна схема пристрою

Результат роботи програми

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-3	ІЛЛЯШЕНКО М.Б., к.т.н., доцент		
Нормоконтроль	ПОЛЬСЬКА О.В., ст. викладач		

7. Дата видачі завдання 01.04. 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд пристроїв	18.04.2024	
2	Розробка структурної схеми	24.04.2024	
3	Розробка принципової схеми	28.04.2024	
4	Створення коду для програми	18.05.2024	
5	Опис алгоритму роботи пристрою	20.05.2024	
6	Розробка інтерфейсу користувача	25.05.2024	
7	Оформлення ПЗ	27.05.2024	
8	Оформлення графічного матеріалу	29.05.2024	
9	Захист роботи		

Студент  **Андрій МОТОШИН**
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник проекту (роботи)  **Матвій ІЛЛЯШЕНКО**
(підпис) (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 67 с., 40 рис., 1табл., 19 ліст., 16 джерел.

МОНІТОРИНГ, ТЕРМОМЕТР, ДАТЧИК, МІКРОКЛІМАТ,
ТЕРМОІНДИКАТОР, МІКРОКОНТРОЛЕР, ТЕРМІСТОР

Метою даної роботи є створення пристрою для постійного моніторингу температурних змін з можливістю відображення графіків для зручності користувача. Дипломна робота складається з таких логічно взаємопов'язаних частин: аналіз наявних пристроїв із подібними функціями; вибір відповідного обладнання та розробка структурної схеми пристрою; дослідження методів малювання графіків; розробка принципової схеми пристрою; написання програмного забезпечення для кожного компонента; опис алгоритму роботи пристрою.

Наприкінці роботи представлено прототип, який здатний виконувати всі зазначені функції. Цей пристрій актуальний не лише в промисловості та сільському господарстві, а й у медицині та для домашнього використання.

Аналіз наявних пристроїв із подібними функціями починається з вивчення ринку сучасних приладів для вимірювання температури. Враховуються технічні характеристики, точність, надійність, зручність використання та можливості інтеграції з іншими системами. Цей етап допомагає визначити переваги та недоліки існуючих рішень, а також встановити вимоги до майбутнього пристрою.

Загалом, розроблений пристрій має широкий спектр застосувань, починаючи від промислового та сільськогосподарського використання, закінчуючи медичними та побутовими потребами. Він забезпечує точний та надійний моніторинг температури, що є критично важливим у багатьох галузях.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Аналіз технічного завдання.....	8
1.1 Огляд пристроїв для побудови системи.....	8
1.2 Огляд продукції компанії "Термоприлад"	19
1.3 Огляд продукції компанії від Fluke	20
1.4 Огляд продукції компанії від Chois Technology	23
1.6 Огляд продукції компанії від NetPing	26
1.7 Огляд продукції компанії від Log Tag	30
2 Розробка пристрою	33
2.1 Розробки графічної діаграми структури диспетчерського пульта.....	33
2.2 Вибір способу створення графіку.....	42
2.3 Розробка схеми для проекту.....	46
3 Реалізація програмної частини проекту.....	50
3.1 Робота з Google Charts	50
3.2 Робота при створенні проекту з модулем ADS1015	55
3.3 Робота з датчиком DHT11	55
3.4 Опис алгоритму пристрою.....	57
3.5 Інтерфейс користувача.....	59
Висновки.....	60
Перелік джерел посилання	62

ВСТУП

Сьогодні приділяється значна увага контролю чинників, які можуть перешкоджати створенню та випуску якісної продукції. Сучасні прилади повністю здатні слідкувати за дотриманням виробничих умов. Вони контролюють численні параметри, зокрема температуру. Технологічне обладнання та системи в нафтогазовій промисловості, металургії, машинобудуванні, хімічній та нафтопереробній промисловості, а також у харчовій, фармацевтичній та енергетичній галузях оснащені приладами для вимірювання температури.

Моніторинг температури має особливе значення у виробничій сфері. Сучасні прилади здатні передавати точні дані, що дозволяє ефективно керувати виробничими процесами, дотримуватись робочих режимів і, в кінцевому рахунку, забезпечувати випуск якісної промислової продукції.

Ці сучасні прилади для вимірювання температури не лише забезпечують точні дані, але й сприяють автоматизації та оптимізації виробничих процесів. Вони дозволяють оперативно реагувати на зміни умов, що особливо важливо для підтримки стабільності та ефективності виробництва.

У нафтогазовій галузі, наприклад, точний контроль температури є критичним для забезпечення безпеки та ефективності видобутку і переробки. В металургії та машинобудуванні контроль температури впливає на якість обробки матеріалів і виготовлення деталей. Хімічні та нафтопереробні заводи також сильно залежать від точних температурних вимірювань для безпеки та ефективності своїх процесів.

У харчовій та фармацевтичній промисловості дотримання точних температурних режимів є необхідним для забезпечення безпеки та якості продукції. Енергетична галузь використовує температурні прилади для оптимізації роботи електростанцій та інших енергетичних установок.

Таким чином, сучасні температурні прилади відіграють ключову роль у забезпеченні високих стандартів якості продукції та ефективності виробничих

процесів. Вони дозволяють підприємствам різних галузей підтримувати конкурентоспроможність, дотримуватися регуляторних вимог і забезпечувати безперервний розвиток технологій.

1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

1.1 Огляд пристроїв для побудови системи

Сфера застосування термометрів надзвичайно широка. Вони використовуються в різних галузях, таких як медицина, метеорологія, сільське господарство, агрономія, будівництво, побут, а також під час ремонтних робіт у різних секторах. Завдяки їх універсальності, термометри стали невід'ємною частиною багатьох професій і щоденного життя.[1]

Ці типи термометрів забезпечують простий і надійний спосіб вимірювання температури, що робить їх популярними у багатьох сферах.

Механічні термометри часто використовуються в умовах, де потрібен постійний моніторинг температури без потреби в електроживленні. Вони функціонують завдяки зміні фізичних властивостей матеріалів під впливом температури, наприклад, через розширення чи стиснення.

Електричні термометри застосовують у випадках, де потрібна висока точність вимірювання. Вони працюють на основі електричних сигналів, які змінюються під впливом температури. Такі термометри зручні у використанні і забезпечують швидке отримання результатів, що робить їх популярними в наукових дослідженнях і промисловості.

Оптичні термометри використовують зміни в світлових властивостях матеріалів для вимірювання температури. Вони особливо корисні в умовах високих температур або у випадках, де неможливо контактувати з вимірюваним об'єктом.

Газові термометри, як і рідинні, призначені для візуального контролю і працюють на основі зміни об'єму газу при зміні температури. Вони є довговічними і стабільними при тривалому використанні.

Існують різні види термометрів, які відрізняються за принципом дії та призначенням: рідинні, механічні, електричні, оптичні, газові, інфрачервоні. Рідинні та газові термометри, зображені на рисунку 1.1, зазвичай використовуються для візуального контролю температури нагрівального та

холодильного обладнання.



Рисунок 1.1 - Газовий термометр

Інфрачервоні термометри дозволяють вимірювати температуру на відстані, без контакту з об'єктом. Вони працюють за принципом вимірювання інфрачервоного випромінювання, що виходить від об'єкта. Ці термометри дуже корисні для вимірювання температури рухомих об'єктів або в умовах, де контакт з об'єктом може бути небезпечним.

Всі ці типи термометрів мають свої особливості та переваги, що робить їх незамінними в різних ситуаціях і умовах. Вибір конкретного типу термометра залежить від вимог до точності, умов експлуатації та специфічних потреб користувача.

Термоелектричні датчики, або термопари, зображені на рисунку 1.2,

знаходять широке застосування в автоматизації виробничих процесів. Вони працюють на основі ефекту Зеєбека, який полягає у виникненні електрорушійної сили в замкнутому колі, складеному з двох різнорідних провідників, при наявності різниці температур на їхніх з'єднаннях.



Рисунок 1.2 - Термопара

Термопари мають ряд переваг, що робить їх незамінними у багатьох галузях промисловості. Вони можуть витримувати дуже високі температури, забезпечують швидкий відгук на зміну температури та мають високу надійність і довговічність. Крім того, термопари здатні працювати в агресивних середовищах і під впливом сильних вібрацій, що є важливим для багатьох промислових процесів.

Застосування термопар охоплює широкий спектр виробничих процесів, від контролю температури в металургійних печах до вимірювання температури в системах охолодження та нагрівання. Вони використовуються в нафтохімічній промисловості, енергетиці, виробництві скла, кераміки, пластмас і багатьох інших матеріалів. Автоматизація з використанням термопар дозволяє значно підвищити

ефективність і точність технологічних процесів, знизити витрати на енергію та забезпечити високу якість продукції.

Таким чином, термоелектричні датчики є важливим інструментом в сучасному виробництві, забезпечуючи необхідний контроль і управління температурними режимами на різних етапах технологічних процесів, а у різних процесах при яких ці датчики використовують.

Пірометри, зображені на рисунку 1.3, використовуються в різних сферах, зокрема на теплоенергетичних об'єктах, у сфері пожежної безпеки та охоронної сигналізації. Ці прилади призначені для безконтактного вимірювання температури об'єктів, що особливо важливо в умовах високих температур або в важкодоступних місцях.



Рисунок 1.3 – Пірометр

Пірометри працюють на основі вимірювання інфрачервоного випромінювання, що виходить від нагрітого тіла. Це дозволяє отримувати точні дані про температуру без необхідності фізичного контакту з об'єктом вимірювання. Такий метод вимірювання є безпечним і зручним, особливо коли йдеться про об'єкти з високою температурою або розташовані в небезпечних умовах.

На теплоенергетичних об'єктах пірометри використовуються для контролю температури котлів, турбін, теплообмінників та інших елементів системи. Це дозволяє своєчасно виявляти перегрів та інші аномалії, що сприяє підвищенню ефективності роботи обладнання і зниженню ризику аварій.

У сфері пожежної безпеки пірометри є незамінними для швидкого виявлення осередків пожежі, оцінки температури полум'я та контролю за процесом гасіння. Вони дозволяють оперативно реагувати на зміну температури, що допомагає вчасно виявити і локалізувати пожежу.

В охоронних системах пірометри використовуються для моніторингу температурних змін у приміщеннях, що може сигналізувати про проникнення, пожежу або інші надзвичайні ситуації. Вони є важливим елементом систем охоронної сигналізації, забезпечуючи додатковий рівень захисту і безпеки.

Таким чином, пірометри відіграють ключову роль у забезпеченні безпеки та ефективності роботи в різних галузях, дозволяючи здійснювати точний температурний контроль без фізичного контакту з об'єктом вимірювання.

Найбільш поширеними сферами застосування біметалевих датчиків є автомобільна промисловість, опалювальні та нагрівальні системи.

В автомобільній промисловості біметалеві датчики використовуються для контролю температури двигуна, системи охолодження, трансмісії та інших критичних компонентів. Вони допомагають запобігати перегріву, забезпечуючи своєчасне спрацювання системи охолодження або сигналізуючи про необхідність зниження навантаження. Це сприяє підвищенню надійності та довговічності транспортних засобів.

Біметалеві датчики, представлені на рисунку 1.4, широко використовуються в різних галузях промисловості завдяки своїй надійності та простоті конструкції.



Рисунок 1.4 - Біметалічний датчик

В опалювальних і нагрівальних системах біметалеві датчики застосовуються для регулювання температури повітря та води. Вони забезпечують точний контроль за температурними режимами, що дозволяє підтримувати комфортні умови у приміщеннях та оптимізувати енерговитрати. Наприклад, такі датчики використовуються в термостатах для регулювання роботи котлів, нагрівачів та систем кондиціонування повітря.

Біметалеві датчики працюють на основі різниці в коефіцієнтах теплового розширення двох різних металів, з яких виготовлені пластини датчика. При зміні температури одна з пластин розширюється або стискається більше, ніж інша, що призводить до вигину датчика. Це вигинання використовується для активації електричних контактів або механічних перемикачів, що дозволяє здійснювати контроль і регулювання температури в різних системах.

Таким чином, біметалеві датчики є важливим компонентом у багатьох технічних системах, забезпечуючи надійний контроль за температурою та сприяючи підвищенню ефективності та безпеки роботи обладнання.

Кремнієві датчики, показані на рисунку 1.5, широко застосовуються в різних електронних пристроях і обладнанні для контролю температури їхніх внутрішніх

поверхонь. Завдяки своїй високій точності, швидкому відгуку та компактним розмірам, ці датчики знайшли застосування у багатьох сучасних технологіях.

В електронних пристроях, таких як комп'ютери, смартфони, планшети та інші гаджети, кремнієві датчики використовуються для моніторингу температури процесорів, акумуляторів та інших важливих компонентів. Вони допомагають запобігти перегріву, забезпечуючи стабільну роботу пристроїв і продовжуючи термін їх експлуатації.



Рисунок 1.5 - Кремнієвий датчик температури

Крім того, кремнієві датчики використовуються у побутових електроприладах, таких як пральні машини, холодильники, кондиціонери та мікрохвильові печі. Вони контролюють температуру різних вузлів і компонентів, забезпечуючи оптимальні умови роботи та безпеку використання приладів.

У промисловості кремнієві датчики також відіграють важливу роль. Їх застосовують для контролю температури в автоматизованих системах виробництва, електронному обладнанні та системах енергопостачання. Завдяки високій точності вимірювання, ці датчики дозволяють підтримувати стабільні робочі режими і запобігати аварійним ситуаціям.

Кремнієві датчики використовуються також у медичних приладах і обладнанні. Наприклад, у термометрах, моніторах стану пацієнтів та іншому медичному обладнанні, де точний контроль температури є критично важливим для діагностики та лікування.

Загалом, кремнієві датчики є незамінним компонентом сучасної електроніки та промислового обладнання, забезпечуючи надійний контроль за температурою та сприяючи підвищенню ефективності та безпеки роботи різних

систем.

Термоіндикатори, зображені на рисунку 1.6, є важливим елементом контролю температур в холодильних установках. Вони використовуються для відстеження перевищень допустимих температур, які можуть призвести до порушення умов зберігання продуктів чи медикаментів.



Рисунок 1.6 - Термоіндикатор

Ці термоіндикатори функціонують як одноразові температурні датчики, що вказують на те, чи була перевищена встановлена максимальна або мінімальна температурна позначка. Вони часто мають форму етикетки або стрічки, на якій є спеціальні хімічні компоненти або індикатори, які змінюють колір або індикатор при досягненні певного теплового значення.

Ці термоіндикатори широко використовуються у сфері логістики, транспортування і зберігання продуктів, де критично важливо підтримувати стабільні умови температури. Вони дозволяють оперативно виявляти відхилення в температурному режимі і приймати необхідні заходи для запобігання

пошкодження товарів або продуктів.

Крім холодильних установок, термоіндикатори також використовуються у медичній і фармацевтичній промисловостях для контролю за температурою вакцин, лікарських засобів та інших чутливих до температурних змін матеріалів.

Таким чином, термоіндикатори є важливим інструментом для забезпечення якості і безпеки продуктів під час їх транспортування і зберігання, зокрема в умовах, де критично важливий точний контроль за температурним режимом.

У сфері цифрової медицини на виставці MEDICA, що вважається найбільшою в світі, був представлений мініатюрний бездротовий термометр Thermosafer XST200, який показаний на рисунку 1.7. Цей пристрій призначений для безперервного моніторингу температури тіла людини, особливо дитини, протягом тривалого періоду часу.



Рисунок 1.7 - Термометр Thermosafer XST200

Thermosafer XST200 відрізняється компактним розміром і здатністю працювати бездротово, що дозволяє зручно використовувати його для постійного контролю температури без необхідності фізичного з'єднання з пристроєм. Він призначений для використання в домашніх умовах або у медичних закладах для

моніторингу стану здоров'я особливо вразливих груп, таких як маленькі діти.

Цей термометр дозволяє батькам та медичному персоналу безперервно відстежувати температурні показники і вчасно реагувати на будь-які зміни. Він ідеально підходить для використання в ситуаціях, де необхідний надійний контроль за температурою без дискомфорту для пацієнта.

Таким чином, Thermosafe XST200 відкриває нові можливості для медичного моніторингу та дозволяє ефективно використовувати цифрові технології для покращення якості медичного обслуговування, зокрема в нагляді за температурним режимом.

Невочікуване використання датчиків для моніторингу температури знайшло своє застосування в офісній сфері, зокрема в серверних кімнатах. Ці датчики використовуються для нагляду за температурою, яка може підвищуватись внаслідок нагріву серверів (рисунок 1.8). У разі досягнення певного порогу температури система автоматично надсилає повідомлення через SMS, що дозволяє оперативно реагувати на можливі перегріву та уникати потенційних проблем зі здоров'ям обладнання.



Рисунок 1.8 - Серверна кімната

Це застосування датчиків для моніторингу температури в серверних кімнатах демонструє їх важливість для забезпечення надійності роботи серверного

обладнання. Вони дозволяють попереджати можливі випадки перегріву, які можуть призвести до збоїв в роботі серверів і, в результаті, до недоступності послуг або втрати даних.

Ця технологія активно впроваджується в офісних приміщеннях і дозволяє підтримувати оптимальні умови для роботи серверного обладнання, зменшуючи ризики і підвищуючи ефективність та надійність ІТ інфраструктури компаній.

Компанія Ashcroft Inc відома своїми високоточними і надійними перетворювачами, передавачами, перемикачами тиску і температури, а також іншою контрольно-вимірювальною апаратурою. Їхні продукти застосовуються в широкому спектрі галузей, включаючи стічні води очисних споруд, біотехнологічні та фармацевтичні лабораторії, медичні пристрої, напівпровідникові установки, нафтопереробні заводи, електростанції, підприємства харчової промисловості, целюлозно-паперові комбінати та заводи хімічного виробництва.

Особливу увагу варто звернути на їхні термометри. Серед пропонованих моделей виробника - біметалеві термометри (рисунок 1.9), які здатні вимірювати температури від -80°F до 1000°F . Принцип їх роботи ґрунтується на пружній деформації, що виникає під впливом температури двох міцно з'єднаних металевих пластин з різними температурними коефіцієнтами лінійного розширення. Ця деформація перетворюється на обертальний рух стрілки термометра через кінематичний вузол, що показує значення температури на циферблаті. Термометр складається з круглого корпусу з циферблатом, кінематичного механізму із стрілкою, термобалону (захисної трубки) і біметалічного термочутливого елемента. Всі вони виготовлені з нержавіючої сталі для забезпечення довговічності і надійності в різних умовах експлуатації.

Термометри серії Duratemp від Ashcroft Inc призначені для вимірювання температур від -320°F до 1200°F . Принцип їх роботи базується на використанні термометричної речовини - інертного газу, який знаходиться в герметично замкнутій манометричній термосистемі.



Рисунок 1.9 - Біметалічний термометр компанії Ashcroft Inc

Під впливом температури на термобалон термометра відбувається зміна тиску усередині манометричної термосистеми. Ця зміна тиску спричинює розкручування манометричної пружини, яка з'єднана зі стрілкою відлікового пристрою. Рух стрілки відображається на циферблаті, де користувач може зчитати виміряну температуру. Такий принцип дозволяє досягати точних вимірів у широкому діапазоні температур і забезпечує надійність пристрою у різних умовах експлуатації.

1.2 Огляд продукції компанії "Термоприлад"

ТОВ "Термоприлад" спеціалізується на розробці і виготовленні продукції для експрес-аналізу всіх типів розплавів металів. Їхні термоелектричні

перетворювачі одноразового застосування серій ЗК, ПТП призначені для вимірювання температури рідких металів шляхом короткочасного занурення термопарних вставок. Ці вставки закріплені у багатошарових картонних трубках.

Принцип роботи таких перетворювачів (рисунок 1.10) ґрунтується на генеруванні термоелектродвижучої сили, яка виникає через різницю температур між двома з'єднаннями різних металів або сплавів. Цей принцип дозволяє точно і швидко вимірювати температуру в умовах високої теплової обмінності і агресивних середовищ, що є типовим для металургійних процесів. Такий підхід забезпечує надійність та ефективність вимірювань у виробничих умовах.



Рисунок 1.10 - Термоелектричні перетворювачі одноразовий

1.3 Огляд продукції компанії від Fluke

Компанія Fluke розробила інфрачервоний пірометр Fluke 62 MAX ESPR (рис. 1.11), спеціально призначений для роботи в жорстких умовах високої запиленості, вібрацій та підвищеної вологості. Цей прилад призначений для безконтактного вимірювання температури поверхонь твердих тіл за їхнім власним

тепловим випромінюванням. Розміри поверхні об'єкта, що відображається, визначаються кутовим полем зору пірометра.



Рисунок 1.11 - Пірометр інфрачервоний Fluke 62 MAX ESPR

Принцип дії ґрунтується на перетворенні потоку інфрачервоного випромінювання досліджуваного об'єкта через оптичну систему та інфрачервоний фільтр на фотоелектричний приймач. Цей приймач генерує електричний сигнал, пропорційний температурі об'єкта. Далі сигнал обробляється внутрішньою мікропроцесорною системою, яка конвертує його в цифровий сигнал, що відображає виміряну температуру. Цей підхід забезпечує точність і надійність вимірювань навіть в умовах високих навантажень і несприятливих факторів навколишнього середовища.

Пірометр представляє собою оптико-електронний пристрій, що складається з об'єктива для фокусування випромінювання об'єкта на термоелектричний

приймач. Електронний блок включає в себе системи вимірювання, реєстрації та індикації результатів. Мікропроцесорна система пірометрів відповідає за обробку отриманих вимірів і відображення їх на рідкокристалічному дисплеї, показуючи поточну, максимальну, мінімальну температуру об'єкта, а також різницю і середню температуру вимірів.

Також компанія Fluke розробила термометр Fluke 52 II (рис. 1.12), який призначений для вимірювання і перетворення сигналів термо-ЕРС від зовнішніх термоелектричних перетворювачів в температурні значення відповідно до номінальної статичної характеристики перетворення (НСХ) згідно з ДСТУ Р 8.585-2001. Він представляє собою переносний мікропроцесорний прилад, збудований у вигляді єдиного блоку оброблення сигналів з автономним живленням. Корпус виконаний з пластику та забезпечений захисним гумовим чохлам, який містить мікропроцесор, цифровий рідкокристалічний індикатор та панель керування.



Рисунок 1.12 - Термометр Fluke 52 II

1.4 Огляд продукції компанії від Chois Technology

В умовах технологічного прогресу і конкурентного ринку, розробка медичних пристроїв для стеження за здоров'ям відіграє важливу роль. Компанія Chois Technology з Кореї представила пристрій Thermosafer XST200, який відносно простий у використанні і працює через Bluetooth зі зв'язком до 50 метрів. Він призначений для контролю температури тіла немовлят у реальному часі та з'єднується зі смартфонами батьків на базі iOS і Android.

У випадку перевищення заданого рівня температури у немовляти, Thermosafer XST200 генерує сигнал тривоги, а застосунок на смартфоні відображає графіки зміни температури (рис. 1.13). Цей пристрій спрощує процес моніторингу здоров'я дитини, дозволяючи батькам оперативно реагувати на будь-які зміни і забезпечувати належний догляд за малюком.



Рисунок 1.13 - Приклад використання Thermosafer XST200

Компанія ChoisTechnology розробила термометр, який використовує традиційний метод вимірювання температури в пахвовій западині, що дозволяє отримувати точні вимірювання. Пристрій автоматично вимірює температуру кожні 3 секунди і має високу точність ($\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ в діапазоні від 25°C до 65°C). Він

фіксується на тілі дитини за допомогою гіпоалергенного силіконового липкого патча і має компактні розміри: 2,9 x 5,7 x 0,25 см та вагу близько 60 грамів. Час автономної роботи пристрою становить 14 днів.

Окрім цього, компанія розробила хаб CMS Gateway (рис. 1.14), який дозволяє обслуговувати кілька подібних пристроїв одночасно і контролювати температуру пацієнтів у лікарні. За допомогою цього хабу дані про температуру пацієнтів можуть передаватися в безперервному режимі через хмарну систему на робочу станцію сестринського посту або безпосередньо на смартфон або планшет медсестри. Це спрощує моніторинг та надає можливість оперативно реагувати на будь-які зміни в температурі пацієнтів.



Рисунок 1.14 - Хаб CMS Gateway

На рисунку 1.15 показано використання хаба CMS Gateway для передавання даних про температуру батькам, які можуть знаходитися на відстані від своєї дитини, яку доглядає няня або інший опікун. Цей процес здійснюється через хмарну систему, до якої підключений вказаний хаб.

Дозволяючи батькам моніторити температуру своєї дитини в реальному часі, така система забезпечує спокій та впевненість, що будь-які зміни в температурі будуть вчасно виявлені і належним чином управляні. Такий підхід робить можливим оперативний відгук на будь-які зміни стану дитини, що особливо важливо у випадках, коли батьки знаходяться далеко від дому або відокремлені від своєї дитини з іншої причини.

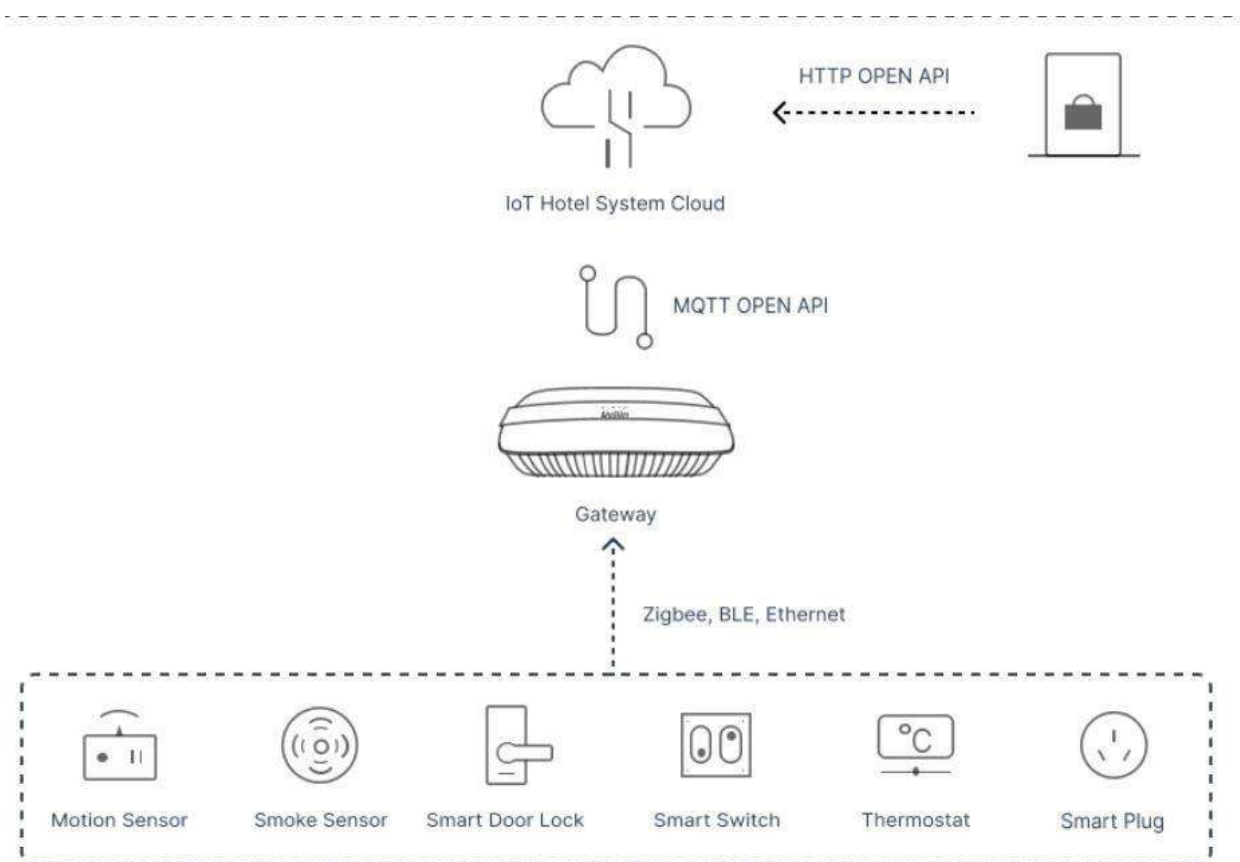


Рисунок 1.15 - Сповіщення батьків про підвищену температуру дитини

Компанія ТОВ "Алентіс Електронікс" спеціалізується на розробці та виробництві недорогих, але функціональних пристроїв для моніторингу температури через мережу Ethernet/Internet. Ці пристрої призначені для захисту серверного обладнання від надзвичайних ситуацій, пов'язаних з перегрівом або недостатнім охолодженням.

Основна функціональність включає постійний контроль за температурним режимом у реальному часі. Вони автоматично сповіщають про будь-які відхилення

від заданого порогу за допомогою електронних листів, SMS або інших засобів зв'язку. Це дозволяє оперативно реагувати на можливі проблеми з охолодженням до їх серйозного впливу на обладнання.

Кожен пристрій обладнаний веб-інтерфейсом для віддаленого моніторингу і управління через будь-який веб-браузер. Це забезпечує доступ до даних з будь-якої точки з доступом до Інтернету, що робить їх ідеальними для використання в розподілених інфраструктурах або для віддаленого моніторингу розсіяних серверних центрів.

Пристрої також забезпечують можливість зберігання історичних даних про температуру, що дозволяє проводити аналіз та оптимізацію умов управління охолодженням. Вони інтегруються з існуючими системами моніторингу і управління, що спрощує їх розгортання і забезпечує сумісність з існуючою інфраструктурою клієнтів.

Ці пристрої є надійним і ефективним рішенням для забезпечення безперебійної роботи серверних систем у будь-яких умовах експлуатації, зменшуючи ризики від витрат і простоїв, пов'язаних з температурними відхиленнями.

1.6 Огляд продукції компанії від NetPing

Пристрої NetPing надають можливість віддалено отримувати інформацію про стан датчиків температури і виконувати миттєве надсилання сповіщень обслуговуючому персоналу за допомогою електронної пошти, syslog, SNMP trap або SMS у будь-який час доби. Вони призначені для моніторингу температури в серверних кімнатах та використовують різні технології та протоколи для забезпечення надійності та ефективності роботи.

Найпростішим способом спостереження за показаннями температури є використання вбудованого веб-інтерфейсу пристрою. Наприклад, на сторінці

"Термодатчики" (рис. 1.16) можна моніторити показання підключених датчиків температури в режимі реального часу. Це дозволяє оперативно відслідковувати зміни температури у серверних кімнатах і вчасно реагувати на будь-які відхилення від заданих нормативів.

Використання пристроїв NetPing спрощує процес моніторингу температури, зменшуючи ризики від проблем, пов'язаних з перегрівом обладнання, і забезпечує надійність роботи серверних систем у будь-яких умовах експлуатації.

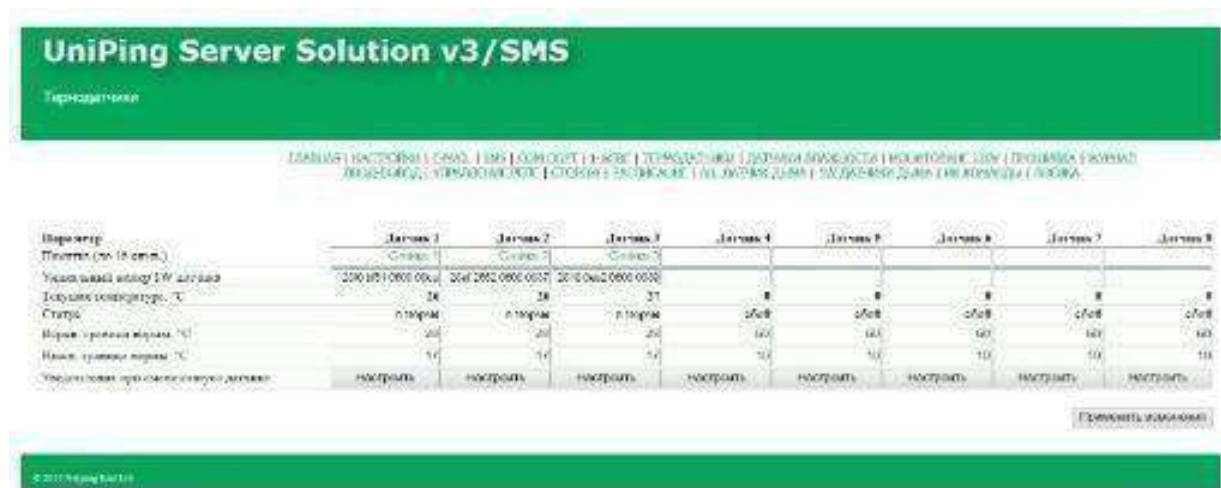


Рисунок 1.16 - Перегляд датчиків за допомогою web-інтерфейсу

Пристрої NetPing мають значний потенціал для інтеграції з різними системами моніторингу, автоматизованими системами та програмними продуктами. Цей широкий спектр застосувань стає можливим завдяки підтримці протоколу SNMP на всіх пристроях NetPing. Завдяки цьому, на базі пристроїв NetPing можна здійснювати аналіз і моніторинг різних параметрів, таких як температура повітря надворі в різні інтервали часу, що дозволяє оперативно виявляти тенденції і реагувати на зміни у середовищі експлуатації.

На рисунку 1.17 показані приклади графіків, які відображають зміни температури повітря з часом, що дозволяє здійснювати аналіз та приймати вчасні управлінські рішення на основі отриманих даних. Інтеграція з протоколом SNMP

робить пристрої NetPing потужним інструментом для моніторингу і управління в умовах, де критично важлива стабільність і надійність інфраструктури.



Рисунок 1.17 - Графік, створений на базі пристрою NetPing

Пристрій UniPing server solution v4/SMS зображений на рисунку 1.18, призначений для віддаленого моніторингу та контролю мікроклімату в серверній кімнаті. Він оснащений датчиками температури та вологості, що дозволяє надавати операторам інформацію про умови експлуатації обладнання в реальному часі. Додатково до цих датчиків встановлюються сенсори для моніторингу стану дверей, руху та ударів, що дозволяє вчасно виявляти несанкціонований доступ до серверних приміщень.

Окрім цього, пристрій також підключається до датчиків диму та витоку, які надсилають сповіщення про надзвичайні ситуації. Це забезпечує оперативну реакцію на потенційні загрози безпеці і нормальному функціонуванні інфраструктури серверів.

Завдяки цим функціям UniPing server solution v4/SMS забезпечує високий

рівень надійності і безпеки серверних приміщень, що є критично важливим для забезпечення стабільної роботи інформаційних технологій у сучасних умовах.



Рисунок 1.18 - Пристрій UniPing server solution v4/SMS

UniPing server solution v4/SMS є комплексним пристроєм для моніторингу і контролю фізичних параметрів у серверних кімнатах. Він використовується для надання операторам інформації про умови роботи комп'ютерного обладнання, обмеження доступу до серверів та повідомлення відповідальних осіб про позаштатні ситуації через різні канали зв'язку, такі як email, SMS та локальні повідомлення.

Основні функції включають віддалене керування системами вентиляції та підтримки мікроклімату, управління кондиціонерами та іншими пристроями. Пристрій оснащений датчиками температури та вологості, що дозволяє в реальному часі відстежувати стан умов середовища.

Однією зі значущих можливостей є автоматичне вжиття заходів для відновлення оптимальних умов роботи обладнання, наприклад, включення резервного кондиціонера у разі перевищення температурного порогу. Також пристрій підтримує віддалене керування розетками 220 В через використання розеток NetPing AC/DIN, що дозволяє операторам вмикати необхідні пристрої без фізичної присутності на об'єкті.

Загалом, UniPing server solution v4/SM, демонстрація якого зображена на рисунку 1.19 забезпечує надійний і ефективний моніторинг і керування фізичними

умовами серверних приміщень, що є критично важливим для забезпечення неперервності роботи інформаційної інфраструктури.



Рисунок 1.19 - Приклад можливостей UniPing server solution v4/SMS

1.7 Огляд продукції компанії від Log Tag

Компанія Log Tag розробила електронні термоіндикатори, спрямовані на контроль дотримання температурного режиму під час зберігання та перевезення медичних препаратів, продуктів харчування та спеціальних вантажів. Однією з моделей, призначеною для цих цілей, є термоіндикатор Log Tag TRIX-8 (рис.1.20).

TRIX-8 здатний контролювати температуру в діапазоні від -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$ і зберігати в пам'яті до 8000 значень. Його особливістю є гнучке налаштування параметрів роботи, включаючи час початку роботи, інтервал зчитування даних, тип запису даних (циклічний або фіксований), а також налаштування умов активації індикатора тривоги ALERT. Це дозволяє індивідуалізувати його роботу під конкретні вимоги та умови експлуатації.[8]

Такі пристрої використовуються для забезпечення надійності і контролю

над умовами зберігання та транспортування вразливих товарів, що потребують певного температурного режиму для збереження їх якості і безпеки.



Рисунок 1.20 - Термоіндикатор Log Tag TRIX-8

За допомогою програмного забезпечення LogTagAnalyzer можна запрограмувати пристрій, задавши:

- межі температурного режиму;
- частоту вимірювань;
- кількість вимірювань.

Після закінчення моніторингу температури прилад можна знову під'єднати до програми для отримання тимчасового графіка, файлу звіту або зведеної таблиці, приклад яких зображено на рисунку 1.21.

Пристрій USB-інтерфейс для термоіндикатора Log Tag TRIX-8 (рис. 1.22) спрощує процес підключення до комп'ютера і збереження даних. Після вставки термоіндикатора в гніздо USB на комп'ютері, за допомогою спеціального програмного забезпечення, дані з пристрою зчитуються і зберігаються у вигляді

спеціального файлу. Цей файл може бути подальше проаналізований для оцінки температурного режиму, який підтримувався під час зберігання або транспортування медичних препаратів, продуктів харчування або інших вантажів.

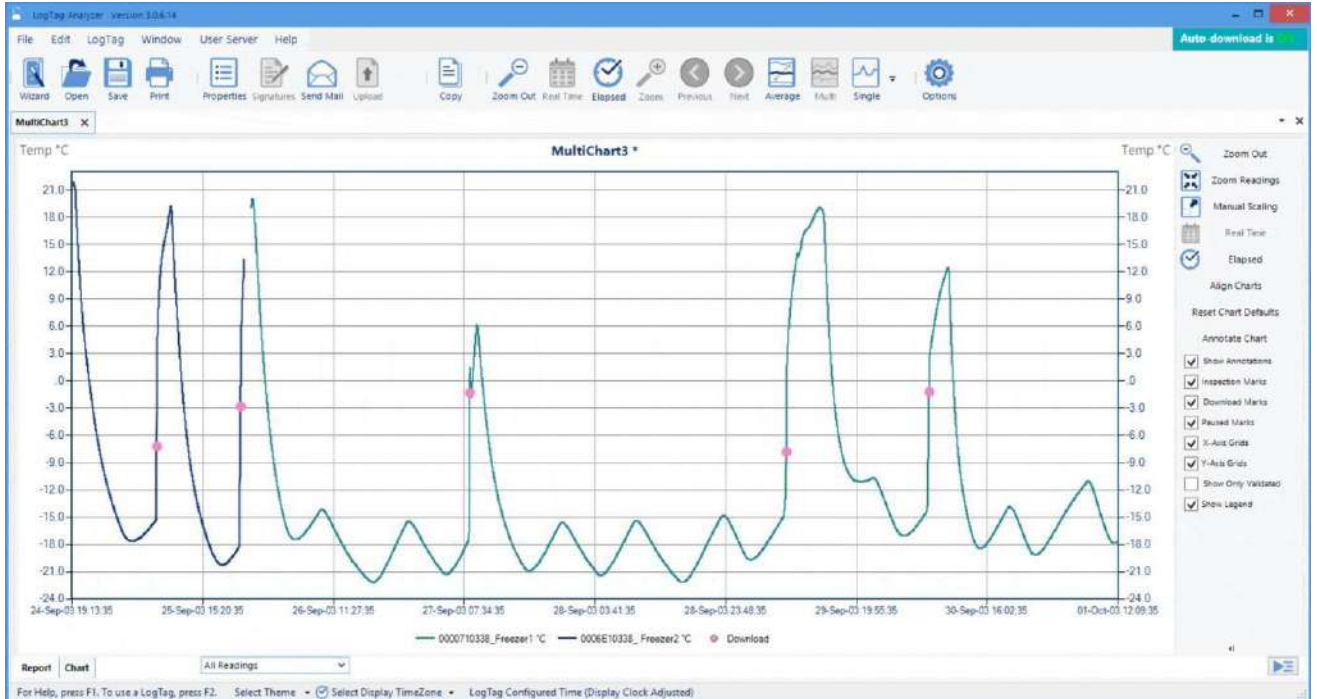


Рисунок 1.21 - Тимчасовий графік роботи приладу

Такий підхід дозволяє оперативно отримувати дані про температурні умови і забезпечує можливість аналізу для визначення відповідності збереження та транспортування до необхідних стандартів і вимог (рис 1.22).



Рисунок 1.22 - USB-інтерфейс для підключення до комп'ютера

Оскільки більшість інформації про те, як влаштовані прилади і за якими алгоритмами вони функціонують, є комерційною таємницею виробників, то дізнатися докладніше про їхню роботу нам не видається можливим.

Те, що об'єднує всі вище перелічені пристрої, є ціна. Для моніторингу температури в реальному часі та передавання цієї інформації користувачеві потрібне створення комп'ютерне обладнання з хорошими обчислювальними можливостями.

Але сучасні технології розвинулися настільки, що стало можливим створення схожого винаходу за набагато менші гроші. У цій роботі пропонується реалізація одного з таких проєктів.

Таким чином, функціонал пристрою, який вийде у результаті цієї роботи, широко впроваджується і ефективно застосовується не тільки в промисловій сфері, а й у медичній та офісній. Це підтверджує актуальність цього пристрою.

2 РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ

2.1 Розробки графічної діаграми структури диспетчерського пульта

Для реалізації подібної ідеї нам знадобиться плата з мікроконтролером, який має вбудовану функцію Wi-Fi для зв'язку з браузером комп'ютера, що дозволить зекономити час і ресурси. Для вимірювання температури ми використовуватимемо спеціальні датчики, і плануємо використання як цифрових, так і аналогових датчиків, а також термісторів, що дозволить нам точно виміряти температуру в кількох місцях одночасно і підвищити точність вимірювань.[9]

Метою проєкту є стеження за температурою і відображення цієї інформації у зручному для користувача форматі, зокрема у вигляді графіка. Завдяки доступності інтернету існують багато способів для реалізації цієї задачі.

Як "основу" для реалізації проєкту підходять недорогі та функціональні мікроконтролери, наприклад ESP8266, які позначені на рисунку 2.1. Цей

китайський мікроконтролер від виробника Espressif підтримує Wi-Fi інтерфейс і чудово підходить для наших потреб. Він дозволяє не лише підключатися до мережі Wi-Fi, а й керувати підключеними до нього датчиками температури.

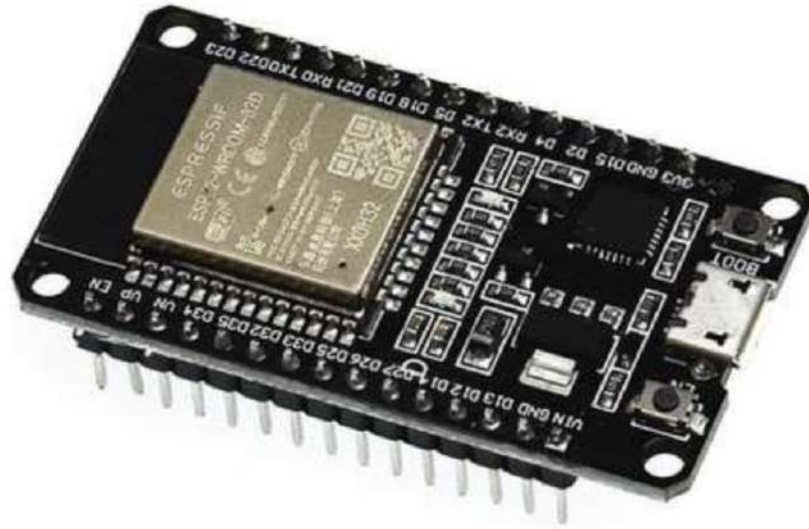


Рисунок 2.1- Плата ESP

ESP8266 має обмежену вбудовану flash-пам'ять і працює з зовнішньою flash-пам'яттю через інтерфейс SPI.




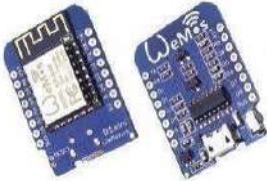


В популярних версіях обсяг вбудованої flash-пам'яті коливається від 512 Кбайт до 4 Мбайт. За бажанням і вмінням користувача можливе перепаяння мікросхеми пам'яті на версію з обсягом до 32 Мбайт.

Серія ESP має багато різних версій і велику кількість плат, зокрема найпопулярніші з них перелічені в таблиці 2.1. [10].

Вибір NodeMCU v3 є доцільним, оскільки ця модель має широкі можливості для підключення і керування різними сенсорами і пристроями.

Однак, як ви правильно відзначили, вона має лише один вбудований аналоговий вхід (ADC0), що може бути недостатньо для підключення двох аналогових сенсорів одночасно.

Таблиця 2.1 - Різновиди плат і мікроконтролерів ESP

Назва	Фото	Опис
Мікроконтролер ESP-01		ESP8266 є одним з найпопулярніших мікроконтролерів у серії ESP. Він має 8 розведених контактів, включаючи VCC, GND, UTXD, URXD, CH_PD, GPIO0, GPIO2, GPIO6, а також PCB-антену (антену, надруковану на платі). З серії розведених виводів тут присутні лише 3 GPIO, що може вважатися обмеженням для деяких задач.
Мікроконтролер ESP-03		Цей варіант мікроконтролера ESP8266 включає керамічну антену, яка вважається трохи більш ефективною у порівнянні з PCB-антенною. Особливість цієї версії полягає в тому, що на платі розведені всі доступні виводи GPIO мікроконтролера.
Мікроконтролер ESP-07		Ця версія мікроконтролера ESP8266 має металевий екран, що відразу привертає увагу (це відомо з ESP-06). Також на цій платі встановлена керамічна антена і є роз'єм для зовнішньої антени.
Плата WeMos D1 mini		Ця версія мікроконтролера ESP8266 має розпайку дев'яти GPIO-контактів. На платі присутній міст CH34x. Також вона оснащена мікроконтролером з 4 Мбайтами flash-пам'яті. Конструктивно ця плата сумісна з різними шилдами, що випускаються для реле і датчиків.
Плата NodeMCU v0.9/v1		Ця версія плати є першим поколінням серії NodeMCU. На ній розпаяні всі 11 GPIO-портів, деякі з них мають додаткові функції, такі як UART, I2C, SPI, PWM і ADC. На платі присутній мікроконтролер з 4 Мбайтами flash-пам'яті. Також наявний міст CH340 для USB-інтерфейсу. Особливість цієї версії полягає в тому, що вона займає всю ширину безпечної макетної плати, що може ускладнювати роботу з нею.
Плата NodeMCU v3		Фінальна версія плати в цій серії включає в себе дві основні модифікації: v2 "Amica", яка менша за габаритами, і v3 під назвою "LoLin". Порівняно з попередніми версіями, v3 відрізняється переважно розмірами і невеликими деталями, такими як додаткова розпайка шини живлення. На цих платах, крім звичайного моста CH340 або CH341 для USB-інтерфейсу, також можна зустріти чіп CP2102.

Для вирішення цієї проблеми ви вибрали ADS1015, який є 12-розрядним АЦП з чотирма аналоговими входами. Цей модуль підключається до NodeMCU через шину I2C і дозволяє зчитувати значення з більш ніж одного аналогового сенсора одночасно. Він підтримує напругу живлення в діапазоні від 2В до 5В, що відповідає характеристикам NodeMCU v3.

Однак, важливо враховувати, що ADS1015 чутливий до перенапруги, тому потрібно дотримуватись правильної роботи з напругою живлення і входними напругами, щоб уникнути пошкоджень. З цим АЦП ви зможете ефективно вимірювати значення температури від двох різних датчиків і отримувати точні дані для вашого проєкту.

Цей підхід дозволяє максимально ефективно використовувати можливості NodeMCU v3 для реалізації вашого проєкту з моніторингу температури. [10].

ADS1015 є відмінним вибором для розв'язання проблеми з одночасним підключенням аналогових датчиків до NodeMCU v3. Ось детальніше про підключення та роботу з ADS1015:

Підключення ADS1015 до NodeMCU v3:

- ADS1015 підключається до NodeMCU через шину I2C. NodeMCU має вбудований інтерфейс I2C, який використовує пини D1 (SCL) і D2 (SDA);
- потрібно з'єднати пін SCL ADS1015 з D1 на NodeMCU (SCL для I2C), і пін SDA ADS1015 з D2 на NodeMCU (SDA для I2C);
- для живлення ADS1015 використовуйте напругу в діапазоні від 2В до 5В, що є оптимальним для спільної роботи з NodeMCU.

Аналогові входи ADS1015:

- ADS1015 має 4 аналогових входи, кожен з яких може вимірювати напругу з діапазону 0 до V_{cc} (напруга живлення, яка може бути від 2В до 5В);
- дозволяє підключати до ADS1015 як термістори, так і інші аналогові датчики температури, використовуючи лише один пристрій ADC (аналого-цифровий перетворювач).

Програмування і використання:

– використовує бібліотеку для ADS1015 у вашому коді для NodeMCU. Це дозволить вам здійснювати зчитування значень з аналогових входів, обробку цих даних і відправку їх через Wi-Fi;

– зчитані значення напруги можна конвертувати у відповідні значення температури за допомогою калькуляційних формул для кожного типу датчика.

Захист від перенапруги:

– для забезпечення безпеки системи від перенапруги варто використовувати відповідні захисні елементи, такі як резистори чи діоди, якщо потрібно;

– звертайте особливу увагу на правильність підключення і живлення, щоб уникнути можливих пошкоджень ADS1015.

ADS1015 плата, зображена на рисунку 2.2, є потужним і зручним рішенням для зчитування даних з аналогових датчиків і їх подальшої обробки на базі NodeMCU. Цей підхід дозволяє легко і ефективно інтегрувати моніторинг температури у ваші проекти з Інтернетом речей (IoT) або автоматизації.

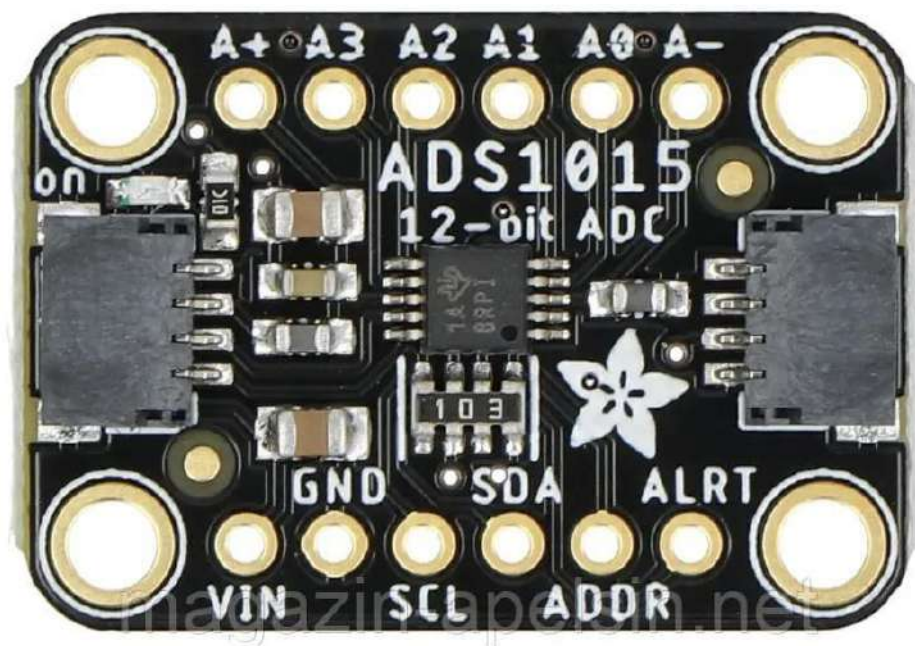


Рисунок 2.2 - ADS1015

Датчик DHT11, який зображений на рисунку 2.3, є відмінним вибором для вимірювання температури у вашому проєкті. Він має досить високу точність вимірювань в діапазоні від 0°C до 50°C з похибкою приблизно $\pm 2^\circ\text{C}$. Цей датчик живиться від 3 до 5 В, що ідеально підходить для інтеграції з NodeMCU, який працює в 3.3 В логіці.

Щоб підключити DHT11 до NodeMCU, вам потрібно вибрати один з GPIO портів, наприклад D1 (GPIO5). Вивід датчика DATA підключається до вибраного GPIO на NodeMCU через резистор на 10 кОм. Вивід VCC датчика підключається до живлення NodeMCU (3.3 В або 5 В), а вивід GND - до землі.

У вашому коді для NodeMCU ви можете використовувати бібліотеку для DHT датчика, таку як Adafruit DHT або DHT sensor library, щоб зчитувати значення температури з датчика. Ці значення можна передавати через Wi-Fi або відображати на LCD екрані.

Основні переваги використання DHT11 полягають у його економічності і простоті підключення, що робить його ідеальним вибором для проєктів з обмеженим бюджетом або тих, що потребують швидкої розробки.

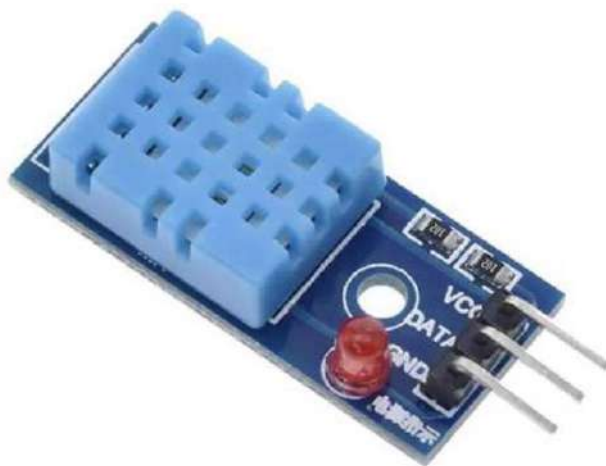


Рисунок 2.3 - Датчик температури та вологості повітря DHT11

Для вимірювання температури аналоговим датчиком у нашому проєкті використовуватимемо TMP35, зображений на рисунку 2.4. Цей датчик використовує твердотільні технології для вимірювання температури. У ньому

встановлені термістори, які змінюють свою опірність відповідно до температури, що призводить до зміни напруги в діоді. Це дозволяє генерувати аналоговий сигнал, пропорційний температурі.

TMP35 ідеально підходить для наших потреб через його широкий діапазон вимірювання від 10°C до 125°C. Він забезпечує вихідну напругу 250 мВ при температурі 25°C, що спрощує обробку сигналу і зчитування даних мікроконтролером NodeMCU.

Для підключення TMP35 до NodeMCU вам знадобиться один з аналогових входів, наприклад A0. Вивід датчика VCC слід підключити до живлення NodeMCU (3.3 В або 5 В), а GND - до землі. Вивід OUT датчика підключається до обраного аналогового входу мікроконтролера.

Такий датчик ідеально підходить для застосувань, де потрібно точне вимірювання температури в середньому діапазоні без необхідності в екстремальних вимірах низьких температур.

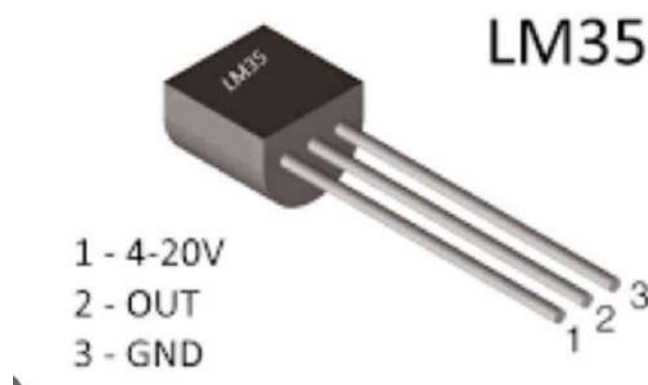


Рисунок 2.4 - Датчик температури TMP35

Для перетворення аналогового сигналу від TMP35 на градуси Цельсія можна скористатися відомим відношенням між напругою і температурою, яке вказано в специфікації датчика. Згідно з цими даними, кожен градус Цельсія відповідає 10 мВ напруги на виході датчика при 25°C.

Отже, для конвертації аналогового сигналу в градуси Цельсія формула виглядає наступним чином:

$$T = \frac{\frac{raw}{4096} \cdot 3,3 \cdot 1000}{10} \quad (2.1)$$

де raw - значення АЦП;

4096 - максимальне значення, яке може повернути АЦП від ADS1015;

$3,3$ - робоча напруга АЦП.

Термістор (рис 2.5), який було обрано, є типом NTC (negative temperature coefficient - негативний температурний коефіцієнт). Цей тип термістора характеризується зменшенням опору при збільшенні температури.

Наш термістор має номінальний опір 100 кОм при температурі 25°C . Маркування 3950 , що зазначено на ньому, вказує на його температурний коефіцієнт. Це значення використовується для розрахунку температури на основі виміряного опору.

Для вимірювання температури за допомогою NTC термістора використовують формулу Стейнхарта-Хартмана або використання температурних таблиць, які містять відповідні значення опору при різних температурах. Ці дані можна знайти в документації виробника чи в специфікаціях термістора.

Загалом, термістори є простими і ефективними датчиками для вимірювання температури, особливо в додатках, де потрібно швидко реагувати на зміни температури і вимірювати широкий діапазон значень.

Щоб обчислити значення температури використовують формулу Стейнхарта - Харта:

$$\frac{1}{T} = A + B \ln(R) + C (\ln(R))^3 \quad (2.2)$$



Рисунок 2.5 - Термістор NTC 3950

Але, оскільки нам не потрібна велика точність, скористаємося модифікованим рівнянням (В-рівняння):

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_0} + \frac{1}{B} \cdot \ln\left(\frac{R}{R_0}\right) \quad (2.3)$$

де T_0 - кімнатна температура, для якої вказується номінал термістора,
 $T_0 = 25^\circ\text{C}$;

T - шукана температура;

R - виміряний опір термістора;

R_0 - номінальний опір термістора.

Таким чином, для створення структурної схеми диспетчерського пульта нагрівача, в якому будуть використані обрані компоненти (мікроконтролер NodeMCU v3, аналоговий датчик TMP35, цифровий датчик температури DHT11 і термістор), потрібно врахувати їхнє підключення та взаємодію (рис.2.6).

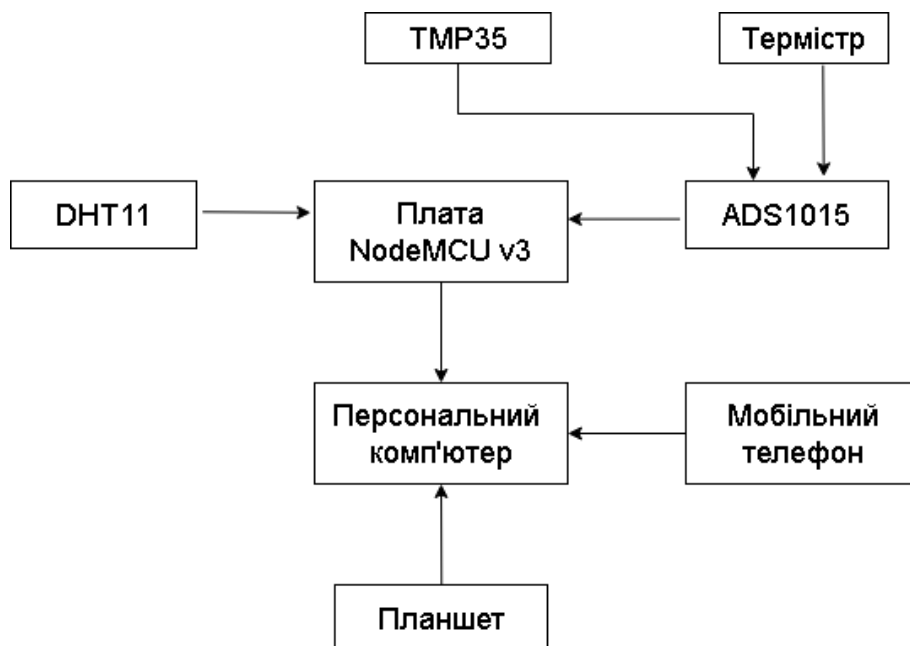


Рисунок 2.6 - Структурна схема пристрою

2.2 Вибір способу створення графіку

Для відображення графіків зміни температури в реальному часі існує кілька потенційно цікавих можливостей. Однак більшість з них не підходять для цілей даного проєкту через їхню обмеженість. Розглянемо деякі з них.

Наприклад, додаток SFmonitor для малювання графіків був спочатку розроблений для безпілотних літальних апаратів для контролю над їхніми системами стабілізації. SFmonitor взаємодіє з інформацією, яка надходить через послідовний порт комп'ютера, використовуючи бібліотеку SerialFlow для побудови до трьох графіків одночасно (рис. 2.7). Це одночасно перевага і недолік, оскільки при розширенні структурної бази може знадобитися пошук інших методів відображення графіків. Основним недоліком також є обмеженість у доступі до

графіків з інших пристроїв, оскільки інформація передається лише через послідовний порт комп'ютера. [12].

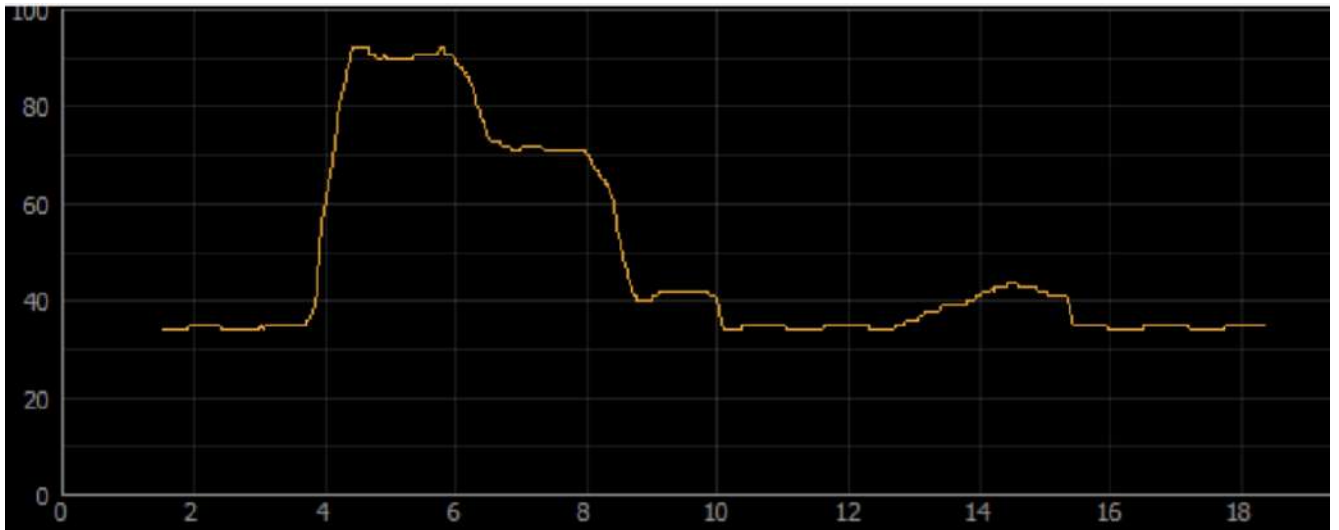


Рисунок 2.7 - Приклад графіків, побудованих у додатку SFmonitor

Також для розгляду можна взяти вбудовану в Arduino IDE утиліту "Плоттер за послідовним з'єднанням".

Про неї мало чого можна сказати, крім того, що можлива робота тільки з одним графіком, і повна відсутність налаштувань. Приклад графіка наведено на рисунку 2.8.

Більш підходящим для наших цілей є візуалізація даних за допомогою EON. Це JavaScript-фреймворк з відкритим вихідним кодом для побудови графіків, розроблений PubNub. За зчитування числових значень із сенсора відповідає Johnny-Five. Для його роботи необхідно завантажити бібліотеку ConfigurableFirmata, оскільки для роботи з пристроями на основі інтерфейсу 1-Wire потрібен цей модуль. Також буде потрібно встановити Node.js, створений на основі C3.js, який є похідним від D3.js (Data-Driven Documents), бібліотеки JavaScript для маніпуляції з документами. Як зазначено на сайті: "D3 допомагає вам втілити дані в життя, використовуючи HTML, SVG, CSS".

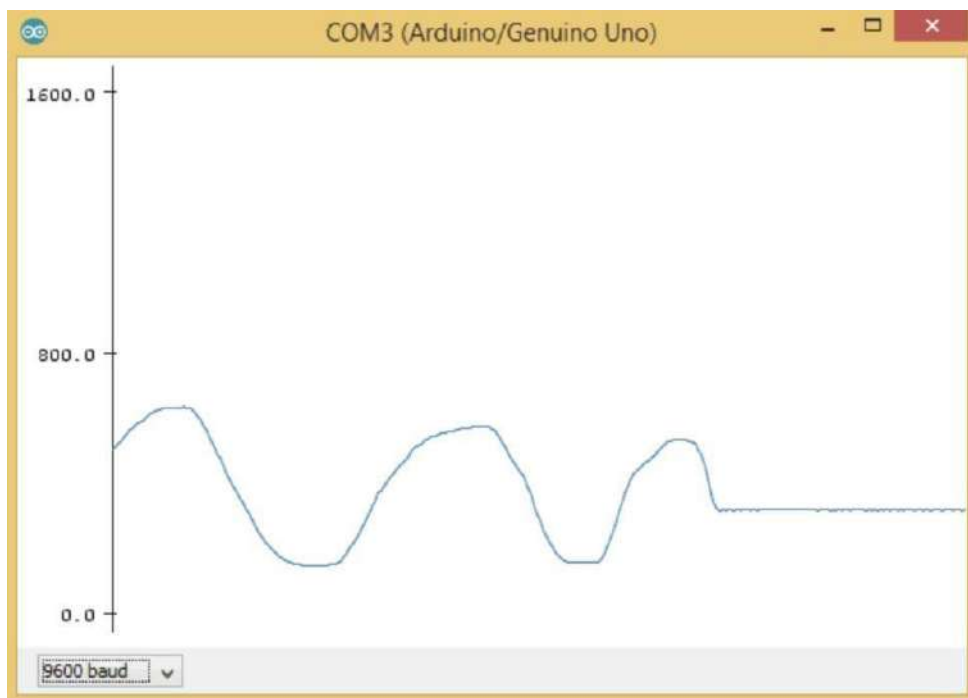


Рисунок 2.8 - Графік, побудований в Arduino IDE

Передача даних із сенсора здійснюється за допомогою модуля PubNub. На основі отриманих даних будується графік, показаний на рисунку 2.9. Цей метод сам по собі досить цікавий, але занадто громіздкий, а завантаження та встановлення додаткового програмного забезпечення може легко заплутати, тому було вирішено не використовувати цей спосіб.

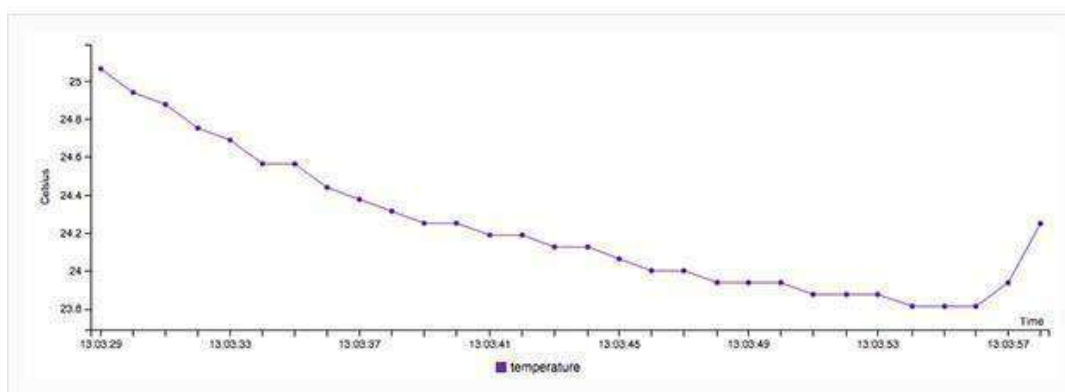


Рисунок 2.9 - Графіка, побудований за допомогою EON

Для відображення даних із датчиків було обрано Google Charts - бібліотеку діаграм на основі JavaScript, призначену для покращення веб-додатків за рахунок інтерактивних можливостей побудови діаграм. Вона підтримує широкий спектр графіків, як показано на рисунку 2.10, які створюються з використанням SVG у стандартних браузерах, таких як Chrome, Firefox, Safari, та Internet Explorer (IE). [13].



Рисунок 2.10 - Приклади діаграм і графіків, які доступні в Google Charts

Для цього проєкту використовується тільки Line Chart. Перевага Google Charts полягає в тому, що цю бібліотеку не потрібно завантажувати в мікроконтролер. Достатньо прописати звернення до Google Charts у глобальному інтернеті, і браузер сам відобразить графік, згідно з переданими даними та налаштуваннями для бібліотеки на веб-сторінці.

У цьому розділі ми переглянули різні способи створення графіків, проаналізували їхні переваги та недоліки, а також виявили проблеми, з якими можемо зіткнутися під час побудови графіка. На завершення ми обрали найбільш підходящий для нас метод.

2.3 Розробка схеми для проекту

Схему під'єднання чипа всередині мікроконтролера NodeMCU v3 наведено на рисунку 2.11.

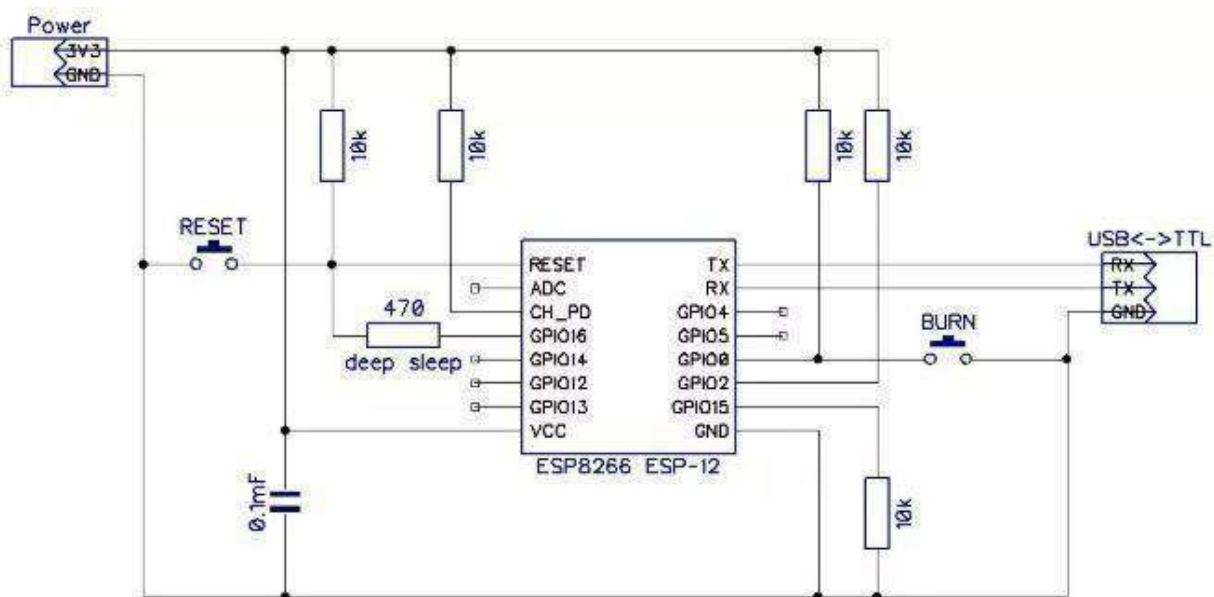


Рисунок 2.11 - Схема підключення чипа

Vcc і GND - це виводи для живлення мікроконтролера. Вивід GPIO16 використовується для пробудження чипа ESP8266 з режиму глибокого сну, а RESET - для скидання мікроконтролера. Виводи TX і RX потрібні для асинхронного послідовного інтерфейсу, що встановлює зв'язок з іншими пристроями по шині UART. Оскільки ми передаємо дані по Wi-Fi, ці виводи залишаються непідключеними.

При підключенні модуля ADS1015, виводи VDD і GND також використовуються для живлення самого пристрою. SCL і SDA необхідні для спілкування з провідним пристроєм за протоколом I2C, вони підключаються до вільних GPIO-портів мікроконтролера. Додатково встановлювати підтягувальні резистори на шину немає необхідності, оскільки вони вже передбачені в конструкції модуля. Вивід ADDR задає одну з 4-х можливих адрес модуля. Під час

під'єднання кількох модулів він не буде використовуватися. A0, A1, A2 і A3 - входи АЦП, до яких будуть підключені датчики температури. На рисунку 2.12 представлено електричну схему модуля.

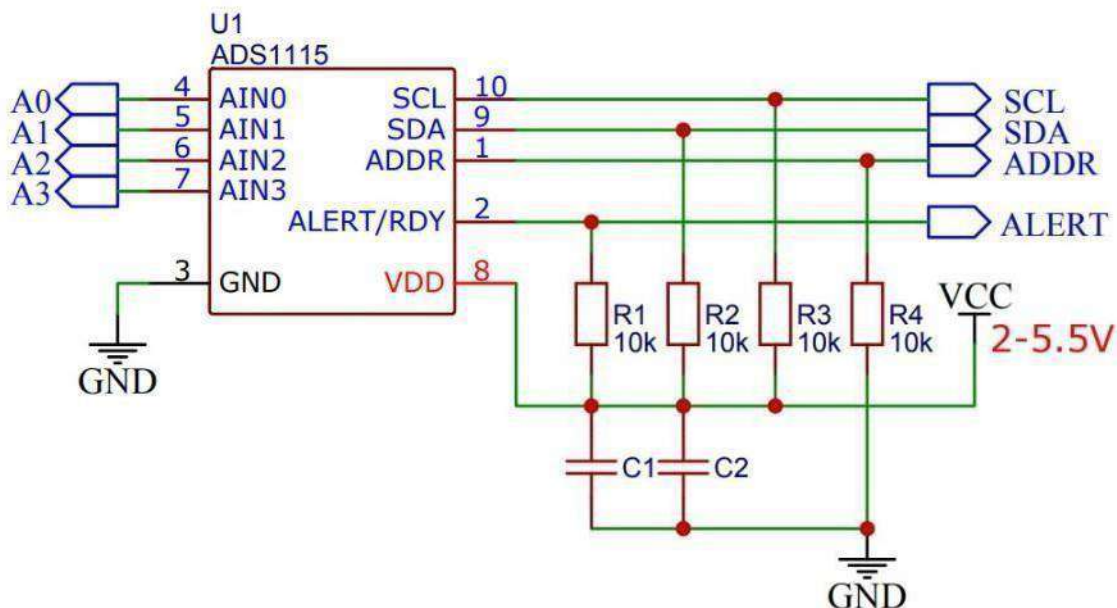


Рисунок 2.12 - Схема підключення модуля ADS1015

Конденсатори C1 і C2 призначені для усунення перешкод у ланцюзі живлення мікросхеми АЦП. Резистор R1 підтягує вихід компаратора до низького рівня, забезпечуючи, що сигнал оповіщення буде еквівалентний логічній одиниці. Резистори R2 і R3 підтягують I2C шину до рівня живлення, що звільняє від застосування зовнішніх опорів.

Схему підключення цифрового датчика DHT11 зображено на рисунку 2.13. Виводи Vcc і GND підключаються до відповідних виводів мікроконтролера. Вивід Data підключається до аналогового піна для передавання даних, тоді як NC залишається непідключеним. Для правильної роботи датчика між виходом сигналу і живленням встановлений резистор на 10 кОм.

аналогового входу модуля ADS1015 через резистор. Схему підключення можна побачити на рисунку 2.15.

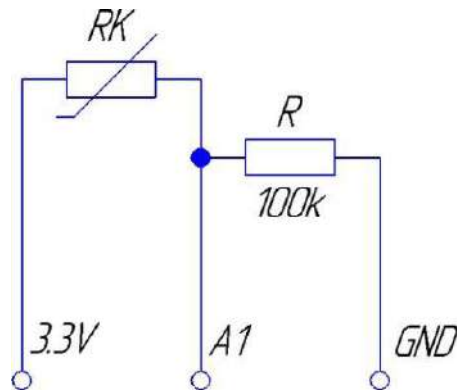


Рисунок 2.15 - Схема під'єднання термістора NTC 3950

Отже, було розглянуто схеми підключення всіх елементів, які використовуються в цьому пристрої. Пояснили, як вони працюють і в чому полягає їхній принцип дії. Повна принципова електрична схема наведена на рисунку 2.16.

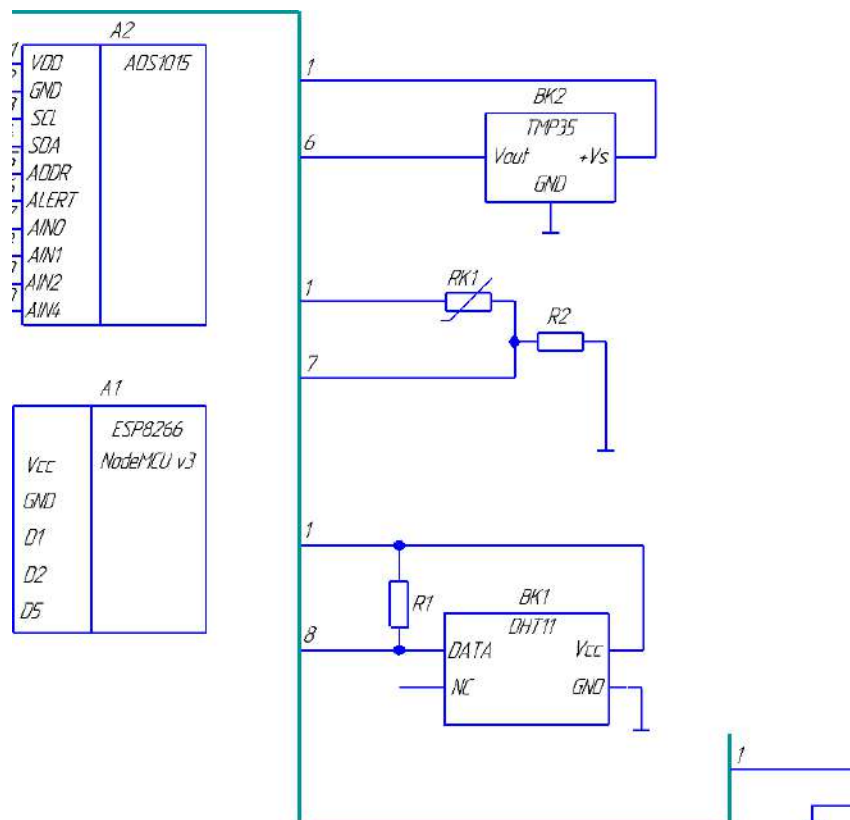


Рисунок 2.16- Схема електрична принципова

Оформлення схеми проводилося в системі автоматизованого проектування КОМПАС-3D.

3 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОЇ ЧАСТИНИ ПРОЕКТУ

3.1 Робота з Google Charts

Для початку роботи з мікроконтролером ESP8266 потрібно підключити необхідні бібліотеки. Основні бібліотеки, які зазвичай використовуються для розробки програмного забезпечення для ESP8266, це бібліотека Arduino для ESP8266 та бібліотека WiFiClient для забезпечення роботи з Wi-Fi. Також можуть знадобитися додаткові бібліотеки для роботи з конкретними сенсорами або пристроями, які планується підключити до ESP8266 (ліст 3.1).

Лістинг 3.1 – Підключення необхідних бібліотек

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
```

Наступним кроком буде інтеграція бібліотеки (ліст. 3.2) для отримання часу з NTP-сервера в Інтернеті. Network Time Protocol (NTP) - це мережевий протокол, який дозволяє синхронізувати внутрішній годинник пристрою з точним часом через мережу зі змінною затримкою, що базується на комутації пакетів.

Лістинг 3.2 – Інтеграція бібліотек

```
#include <time.h>
```

Наступним кроком є встановлення назви та пароля для Wi-Fi мережі (ліст. 3.3), щоб мікроконтролер міг підключитися до неї і отримати свій статичний IP. Також визначаємо порт для веб-сервера.

Лістинг 3.3 – Встановлення назви та пароля

```
const char* ssid = "****";
const char* password = "*****";
ESP8266WebServer server(8001);
```

Наступним кроком є визначення змінної (ліст 3.4), яка відповідає за кількість точок. У цьому випадку ми задаємо 24 точки, що відповідає збору даних кожну годину. Також встановлюємо змінні для запису даних з датчиків і часу для кожної точки.

Лістинг 3.4 – Визначення змінної

```
const uint16_t lengt=24; //max kol tocek trenda uint16_t
tick=0;
time_t tnow[lengt];
float h[lengt], t[lengt], w[lengt];
```

Тепер буде створено функцію для використання бібліотеки Google Charts (ліст 3.5), де буде реалізовано побудову веб-сторінки та завантаження необхідних скриптів.

Лістинг 3.5 – Створення функції

```
void handleRoot() {
String trendstr;
trendstr = F("<html>\\
<head>\\
<script type='text/javascript'
src='https://www.gstatic.com/charts/loader.js'></script>\\
<meta http-equiv='refresh' content='1000' />\\
<title>Daily temperature</title>\\
<script type='text/javascript'>\\
google.charts.load('current', {'packages':['corechart']});\\
google.charts.setOnLoadCallback(drawChart);\\
```

\

Наступним кроком є задання назв змінних (ліст. 3.6), які використовуються для відображення даних під час побудови графіка.

Лістинг 3.6 – Звдання назв змінних

```
function drawChart() {\
  var data = new google.visualization.DataTable();\
  data.addColumn('datetime', 'Time');\ data.addColumn('number',\
  'Температура DHT, C');\ data.addColumn('number', 'Температура\
  TMP, C');\ data.addColumn('number', 'Температура Re, C');\
  data.addColumn('number', 'Температура Re', C');\
  \
```

Наступним кроком є встановлення умов (ліст 3.7), за яких відбудеться відображення графіка.

Лістинг 3.7 – Встановлення умов

```
data.addRows(["]);\
uint16_t k, y=0;\
for (int i=1; i <= lengt; i++){
  k = tick-1 + i;\
  if (h[k]>0){
    if (y>0) trendstr += ","; y ++;\
    if (k>lengt-1) k = k - lengt;
```

І задається масиви для відтворення (ліст 3.8).

Лістинг 3.8 – Масив

```
trendstr += "[new Date(";\
trendstr += String(tnow[k]-(2*3600));\
trendstr += "*1000), ";\
trendstr += t[k];\
trendstr += ", ";
```

```

trendstr += h[k];
trendstr += ", ";
trendstr += w[k];
trendstr += "]\n";
}
}
trendstr += F("");\
\

```

Визначаємо ширину графіка, заголовок і формат дати, що показує час вимірювання температури (ліст 3.9).

Лістинг 3.9 – Підготовках даних

```

var options = {width: '100%',\
title: 'Графік температури',\
curveType: 'function',\
legend: { position: 'bottom' },\
hAxis: {format: 'dd.ММ.ууууу НН:mm',\
gridlines: {\
count: 10,\
},\
}\
};\
\

```

Далі прописування звернення до бібліотеки Google Charts. Код описано у лістингу 3.10.

Лістинг 3.10 – Прописування звернення до необхідних бібліотек

```

var chart = new
google.visualization.LineChart(document.getElementById('curve_c
hart'));\
var formatter = new google.visualization.DateFormat({pattern:
'dd.ММ.уууу НН:mm'});\

```

```

formatter.format(data, 0);\
chart.draw(data, options);\
}\
</script>\
</head>\
<body>\
<div id='curve_chart' style='width: 100%; height: 600px'>
</div>\
</body>\
</html>");
server.send ( 200, F("text/html"), trendstr );
}

```

Нарешті, встановлюємо частоту оновлення точок графіка в мілісекундах (ліст 3.11). У цьому випадку оновлення проводиться кожну годину.

Лістинг 3.11 – Частоту оновлення точок графіка

```

const long interval = 3600000;
unsigned long previousMillis = 0;

```

Запис точок відбувається з використанням часових міток, які отримуються від серверів NTP (ліст 3.13). Часовий пояс встановлено як "2".

Лістинг 3.12 – Підключення необхідних бібліотек

```

configTime(2*3600, 0, "pool.ntp.org", "time.nist.gov");

```

Наступним кроком встановлюється Інтернет-з'єднання і запускається Wi-Fi.

3.2 Робота при створенні проекта з модулем ADS1015

Усе відбувається досить просто і швидко. Для коректної роботи модуля було підключено дві бібліотеки (ліст 3.13).

Лістинг 3.13 – Підключення необхідних бібліотек

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_ADS1015.h>
```

Далі задається одну з 4-х можливих адрес. З огляду на те, як був підключений модуль, то адреса буде 0x48 (ліст 3.14). Запускаємо сам пристрій.

Лістинг 3.14 – Підключення модуля

```
Adafruit_ADS1015 ads(0x48);
ads.begin();
```

Тепер оголошуємо адреси (ліст 3.15), на які надходитиме інформація з аналогових датчиків.

Лістинг 3.15 – Оголошення адрес

```
int16_t adc0, adc1;
```

3.3 Робота з датчиком DHT11

Оголошуємо пін (ліст 3.16), який буде використовуватися для роботи з датчиком, і його тип. Починаємо виконання програми.

Лістинг 3.16 – Оголошення пінів

```
#define DHTPIN 5
#define DHTTYPE DHT11
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
dht.begin();
```

Оскільки нам потрібна лише температура, ігноруємо значення вологості, тому для зчитування інформації використовується одна команда (лист 3.17).

Лістинг 3.17– Зчитування інформації

```
h[tick] = dht.readTemperature();
```

Для перетворення напруги (ліст 3.18), зчитаної з датчика підключеного до модуля ADS1015, в градуси Цельсія скористаємося формулою, що була наведена раніше. Ця формула використовує максимальне значення 4096, яке повертає 12-розрядний Аналого-Цифровий Перетворювач на модулі ADS1015.

Лістинг 3.18 – Код перетворення напруги

```
t[tick] = Solid();
int Solid() {
    adc0 = ads.readADC_SingleEnded(0);
    temp = ( adc0/4096.0 ) * 3.3 * 1000 / 10;
    delay(1000);
    return adc0;
}
```

Процес аналогічний попередньому. Термістор підключається до піна A1 модуля ADS1015 (ліст 3.19). Перерахунок напруги в градуси Цельсія проводиться за формулами.

Лістинг 3.19– Код перетворення температури

```
w[tick] = Snake();
int Snake() {
    adc1 = ads.readADC_SingleEnded(1);
    float tr = 4096.0 / (adc1 - 1);
    tr = SERIAL_R / tr;
}
```

```

float steinhart;
steinhart = tr / THERMISTOR_R; // (R/Ro)
steinhart = log(steinhart); // ln(R/Ro)
steinhart /= B; // 1/B * ln(R/Ro)
steinhart += 1.0 / (NOMINAL_T); // + (1/To)
steinhart = 1.0 / steinhart; // Invert
Serial.println(steinhart);
delay(1000);
return adc1;

```

Інформація дуже корисна для розуміння процесу розробки і програмування пристрою з використанням мікроконтролера ESP8266, модуля ADS1015 та різних типів датчиків. Ви описали, як налаштовується зв'язок з бібліотекою Google Charts для відображення графіків на web-сторінці, і надали інформацію про встановлення зв'язку з NTP-сервером для синхронізації часу. Також ви пояснили специфіку модуля ADS1015, включаючи його адресацію та правильне підключення, а також описали роботу кожного датчика окремо, включаючи звернення до них і методи зчитування даних, зокрема для термістора і TMP35.

Ця інформація дозволяє глибше зрозуміти всі аспекти вашого проекту, від апаратної складової до програмного забезпечення, та дозволяє налаштовувати і вдосконалювати функціональні можливості вашого пристрою[15].

3.4 Опис алгоритму пристрою

Після підключення ESP8266 до комп'ютера за допомогою USB-кабелю мікроконтролер запускається. Під час виконання програми він автоматично під'єднується до мережі Wi-Fi і відображає графік на web-сторінці. На графіку відображаються три лінії зміни температури, відповідно до даних з трьох різних датчиків, назви яких вказані у легенді. Часові мітки на осі абсцис показують часи вимірювань, синхронізовані за допомогою NTP сервера. Дані від датчиків

оновлюються та відправляються на сервер раз на годину, згідно з програмним налаштуванням. [16].

Загальна структура програми, алгоритм якої зображено на рисунку 3.1, дозволяє ефективно використовувати ресурси мікроконтролера і забезпечує стабільну роботу системи.

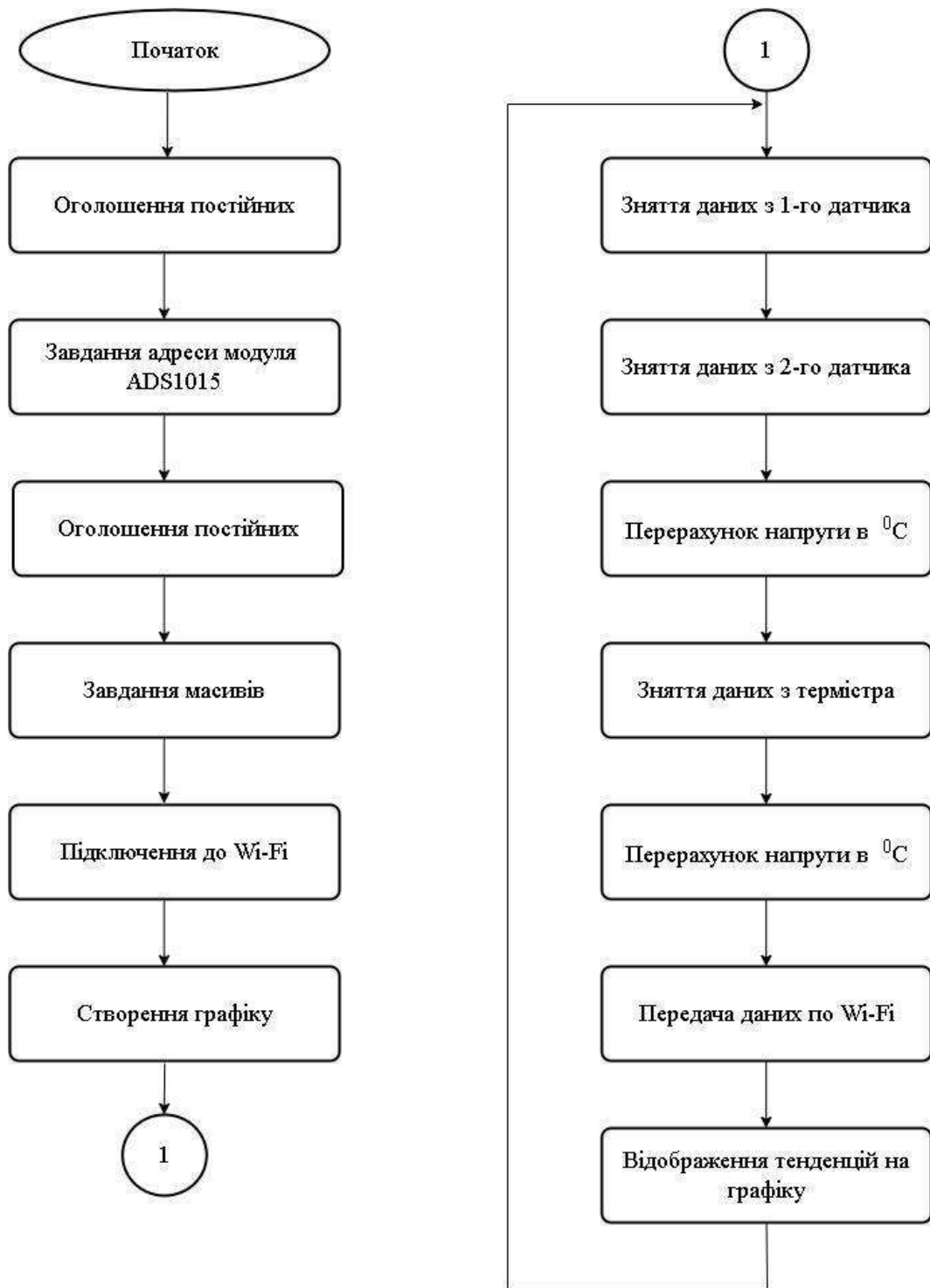


Рисунок 3.1 - Блок-схема алгоритму

Це особливо важливо для застосувань, де важливе точне відслідковування температурних змін, наприклад, в агрономічних дослідженнях, контролі температурних режимів в промислових умовах або для моніторингу кліматичних умов у приміщеннях.

ESP8266 використовується для підключення до Wi-Fi мережі і передачі даних. Після підключення він автоматично синхронізує свій час з NTP сервером, що забезпечує коректність часових міток на графіку. Далі мікроконтролер отримує дані з аналогових датчиків, підключених до модуля ADS1015, і передає ці дані на web-сторінку для відображення.

Бібліотека Google Charts використовується для створення і оновлення графіка на web-сторінці. Це забезпечує зручний інтерфейс для користувача, який може в реальному часі спостерігати за змінами температури, представленої у вигляді ліній на графіку.

Таким чином, розроблений пристрій і програмне забезпечення забезпечують потрібний функціонал для збору, візуалізації та аналізу даних про температуру, що робить його універсальним і ефективним рішенням для різних задач моніторингу температури.

3.5 Інтерфейс користувача

У веб-інтерфейсі відображено графік зміни температури, і єдиною доступною дією для користувача є кнопка оновлення сторінки. Після натискання на кнопку додаються нові точки і оновлюються лінії графіка.

Однак цей підхід може бути неефективним, якщо потрібно відстежувати температуру у режимі реального часу. Таким чином, користувачеві слід регулярно оновлювати сторінку для отримання останніх даних про температуру на рисунку 3.2.

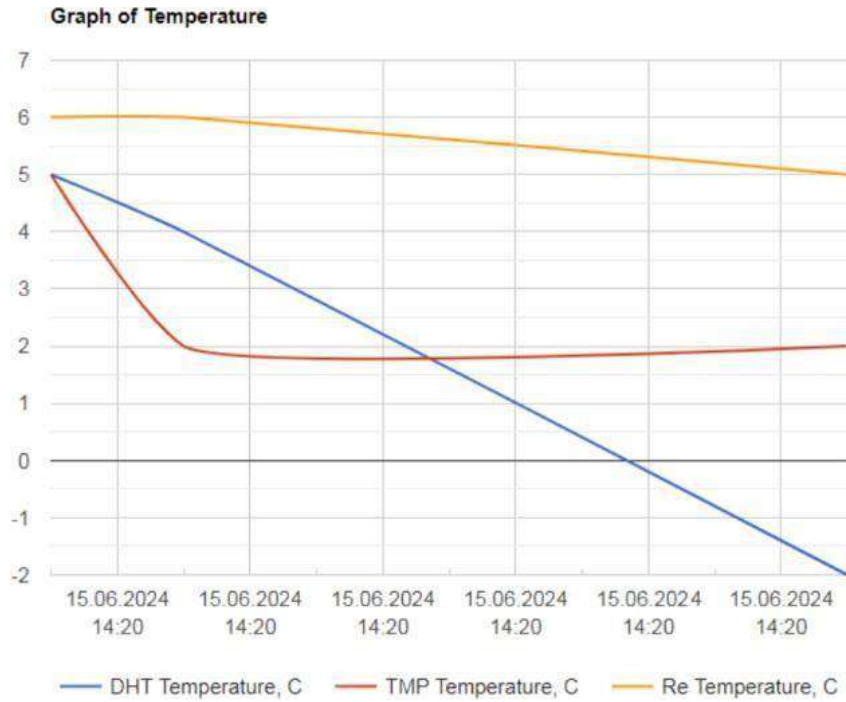


Рисунок 3.2 - Результат роботи програми

Це може стати недоліком, якщо вам потрібно відстежувати температуру щохвилини, оскільки вам постійно доведеться оновлювати сторінку.

Веб-інтерфейс відображає графік зміни температури, де є можливість оновити сторінку для отримання нових даних. Кнопка оновлення сторінки сприяє додаванню нових точок і актуалізації ліній графіка

ВИСНОВКИ

Спроектований пристрій відповідає заявленим вимогам, забезпечуючи необхідний функціонал за відносно невеликої вартості компонентів. Програмний код налагоджений та дозволяє здійснювати моніторинг зміни температури з усіма необхідними функціями.

У даній роботі було проаналізовано відомі рішення, окреслено вимоги до проєктованого пристрою, складено структурну схему, проведено пошук і підбір компонентної бази, протестовано працездатність придбаних модулів, складено електричну принципову схему, алгоритм дій програми, створено й налагоджено програмний код, а також розроблено інтерфейс для зручності кінцевого користувача.

Надалі можливе поліпшення пристрою, що допоможе зрівняти його з аналогами. Наприклад, можна збільшити кількість і різноманітність датчиків, що дозволить стежити не тільки за температурою, а й за тиском, вологістю, димом та рухом. Такі датчики, як DHT11 і DHT22, вже здатні вимірювати як вологість, так і температуру. Оскільки бібліотека Google Charts не обмежує кількість ліній на графіку, достатньо лише додати звернення до них у коді. Також можна розширити функціонал пристрою, підключивши датчики дверей, протікання, наявності 220В, удару тощо. Хоча ці додатки не будуть пов'язані з моніторингом температури, вони додадуть нові можливості пристрою.

Додавання до функціоналу здатності попереджати про наближення до небезпечної температури також є перспективним. Це використовується в декількох пристроях, описаних вище. Наприклад, можна налаштувати оповіщення користувача про можливу надзвичайну подію за допомогою SMS.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Види термометрів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.garmonia2000.com.ua/informacziya/termometr.html> (дата звернення 30.03.2024).
2. Контрольно-вимірювальні прилади ASHCROFT Rüeger [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://empireltd.com.ua/ashcroft/> (дата звернення 25.03.2024).
3. Термоелектричні перетворювачі [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://thermo.lviv.ua/product-category/peretvoryuvachi-termoelektrychni-vysokyh-temperatur/> (дата звернення 17.03.2024)
4. Контрольно-вимірювальні прилади Fluke [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://masteram.com.ua/uk/catalogue/test-and-measuring-equipment> (дата звернення 16.03.2024)
5. Медичний пристрій Thermosafér XST200. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://uk.manuals.plus/chois-technology/xwb100-cms-gateway-manual> (дата звернення 23.03.2024).
6. NetPing Моніторинг датчиків, Устаткування для серверної кімнати температури [Електронний ресурс] – Режим доступу : <https://netping.com.ua/monitoring-datchikov> (дата звернення 14.03.2024).
7. Line Chart [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://developers.google.com/chart/interactive/docs/gallery/linechart> (дата звернення 28.02.2024).
8. Термоіндикатори LogTag Контроль температури [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://logtagrecorders.com/> (дата звернення 03.03.2024).
9. Побудова графіків. WI-FI ESP8266 Добовий графік температури та вологості:[Електронний ресурс] – Режим доступу: http://geekmatic.in.ua/grafik_temperaturi_esp8266 (дата звернення 17.03.2024).
10. Призначення мікроконтролерів. NodeMCU розпізнання [Електронний

ресурс] – Режим доступу <https://arduino.ua/prod1492-wi-fi-modul-nodemcu-esp8266> (дата звернення 02.04.2024).

11. DHT11 Humidity and Temperature Sensor: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf> (дата звернення 11.04.2024).

12. Пристрої вимірювання температури [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://dmliefer.ru/katalog/kip/pribory-dljaizmerenija-temperature> (дата звернення 02.04.2024).

13. Google Charts Приклади кодів для графіків [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://developers.google.com/chart/interactive/docs/galleryru> (дата звернення 23.04.2024).

14. Призначення мікроконтролів. NodeMCU v3 [Електронний ресурс] – Режим доступу <https://arduino.ua/prod1492-wi-fi-modul-nodemcu-esp8266> (дата звернення 19.04.2024).

15. TMP35.Data Sheet : [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.analog.com/media/en/technical-/datasheets/TMP35_36_37.pdf (дата звернення 10.04.2024).

16. NTP server – сервер точного часу [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://time.in.ua/technology.html> (дата звернення 19.04.2024).

Приклад можливостей UniPing server solution v4/SMS



					13.02070849.00043 ПЛ1		
					Розробка системи моніторингу температурних показників у приміщенні		
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Літ.	Маса	Масштаб
Розробив		Мотошин А.А.	<i>[Signature]</i>				
Перевірів		Ілляшенко М.Б.	<i>[Signature]</i>				
Т.контр.					Аркуш 1	Аркушів 1	
Н.контр.		Польська О.В.	<i>[Signature]</i>		Приклад можливостей UniPing server solution v4/SMS		
Затвердив		Кудерметов Р.К.	<i>[Signature]</i>				

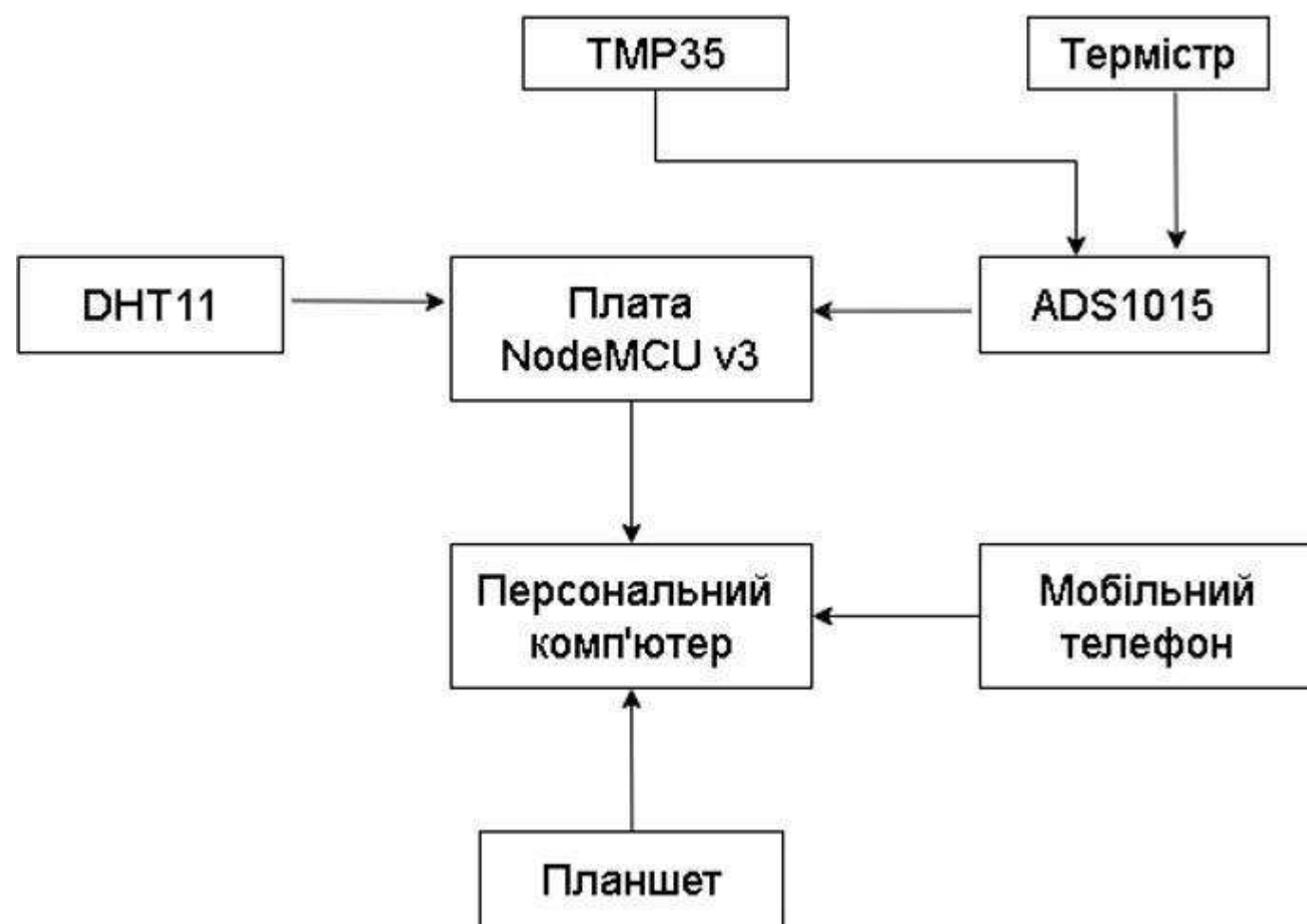
Графік, створений на базі пристрою NetPing

Добовий графік температури



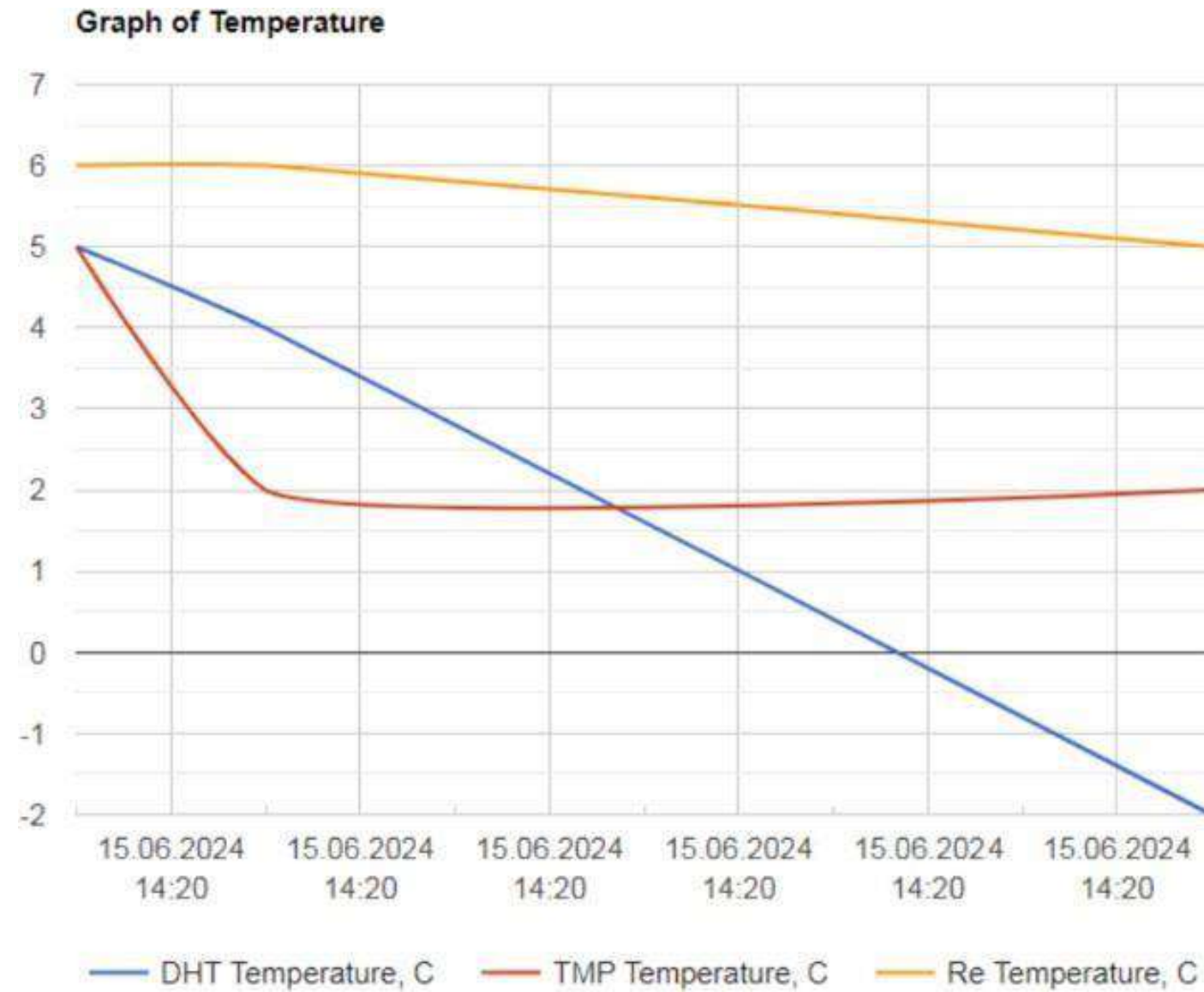
					13.02070849.00043 ПЛ2				
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Розробка системи моніторингу температурних показчиків у приміщенні		Літ.	Маса	Масштаб
Розробив		Мотошин А. А.	<i>[Signature]</i>						
Перевірів		Ільшченко М. І.	<i>[Signature]</i>						
Т.контр.							Аркуш 1	Аркушів 1	
Н.контр.		Польська О. В.	<i>[Signature]</i>		Графік, створений на базі пристрою NetPing		НУ «Запорізька політехніка», гр. КНТ-520		
Затвердив		Кудерметов Р. К.	<i>[Signature]</i>						

Структурна схема пристрою



					13.02070849.00043 ПЛЗ			
					Розробка системи моніторингу температурних показників у приміщенні	<i>Лім.</i>	<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Мотошин А.А.</i>	<i>[Signature]</i>					
<i>Перевірів</i>		<i>Ілляшенко М.Б.</i>	<i>[Signature]</i>					
<i>Т.контр.</i>						<i>Аркуш 1</i>	<i>Аркушів 1</i>	
<i>Н.контр.</i>		<i>Польська О.В.</i>	<i>[Signature]</i>		Структурна схема пристрою	НУ «Запорізька політехніка», гр. КНТ-520		
<i>Затвердив</i>		<i>Кудерметов Р.К.</i>	<i>[Signature]</i>					

Результат роботи програми



					13.02070849.00043 ПЛ4			
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Розробка системи моніторингу температурних показників у приміщенні	Літ.	Маса	Масштаб
Розробив		Мотошин А.А.	<i>[Signature]</i>					
Перевірів		Гляшенко М.А.	<i>[Signature]</i>					
Т.контр.						Аркуш 1	Аркушів 1	
Н.контр.		Польська О.В.	<i>[Signature]</i>		Результат роботи програми	НУ «Запорізька політехніка», гр. КНТ-520		
Затвердив		Кудерметов .К.	<i>[Signature]</i>					