

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Фізико-технічний факультет

Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

Човганюк Микола Іванович

Chovhaniuk Mykola

УДК 004:42

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Кваліфікаційна робота

на здобуття освітнього ступеня бакалавра

Розробка мікроконтролерної системи для контролю мікроклімату у
приміщенні

Development of a microcontroller system for controlling the microclimate in
a room

Науковий керівник:

Кандидат к.ф.-м.н, доцент
комп'ютерної інженерії та
електроніки, Мирослав ПАВЛЮК

Рецензент:

Кандидат к.ф.-м.н, професор
кафедри фізики і хімії твердого
тіла, Любомир НИКИРУЙ.

Івано-Франківськ

2024

АНОТАЦІЯ

В сучасних умовах, коли люди проводять значну частину свого часу в приміщеннях, забезпечення належного мікроклімату є критично важливим для підтримання комфорту, здоров'я та продуктивності. Неналежний контроль параметрів, таких як температура, вологість, якість повітря, освітленість та рівень шуму, може призвести до виникнення проблем зі здоров'ям та зниження працездатності.

Дана дипломна робота присвячена розробці мікроконтролерної системи для моніторингу мікроклімату у приміщеннях. Система здатна в реальному часі відстежувати ключові параметри за допомогою сенсорів та мікроконтролерів, а також автоматично реагувати на їх зміни для забезпечення оптимальних умов. Предметом дослідження є розробка апаратно-програмного забезпечення, що включає в себе всі необхідні компоненти для функціонування системи.

Впровадження такої системи дозволить створити комфортне середовище в офісах, навчальних закладах, житлових та інших приміщеннях, сприяючи покращенню самопочуття, концентрації та загального стану здоров'я людей. Таким чином, дана робота має важливе значення для підвищення якості життя та забезпечення сприятливих умов для праці та відпочинку.

					123.КІ-41.24			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розробив		Човганюк М. І.			Анотація	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуші</i>
Перевірив		Павлюк М,Ф.					3	1
Н. Контр.								
Затвердив								

ABSTRACT

In today's world, where people spend a significant portion of their time indoors, ensuring proper indoor climate control is critical for maintaining comfort, health, and productivity. Inadequate control of parameters such as temperature, humidity, air quality, lighting, and noise levels can lead to health problems and reduced work efficiency.

This thesis is dedicated to the development of a microcontroller-based system for monitoring and regulating indoor climate conditions. The system is capable of real-time tracking of key parameters using sensors and microcontrollers, as well as automatically responding to changes to ensure optimal conditions. The subject of the research is the development of hardware and software, which includes all the necessary components for the system's operation.

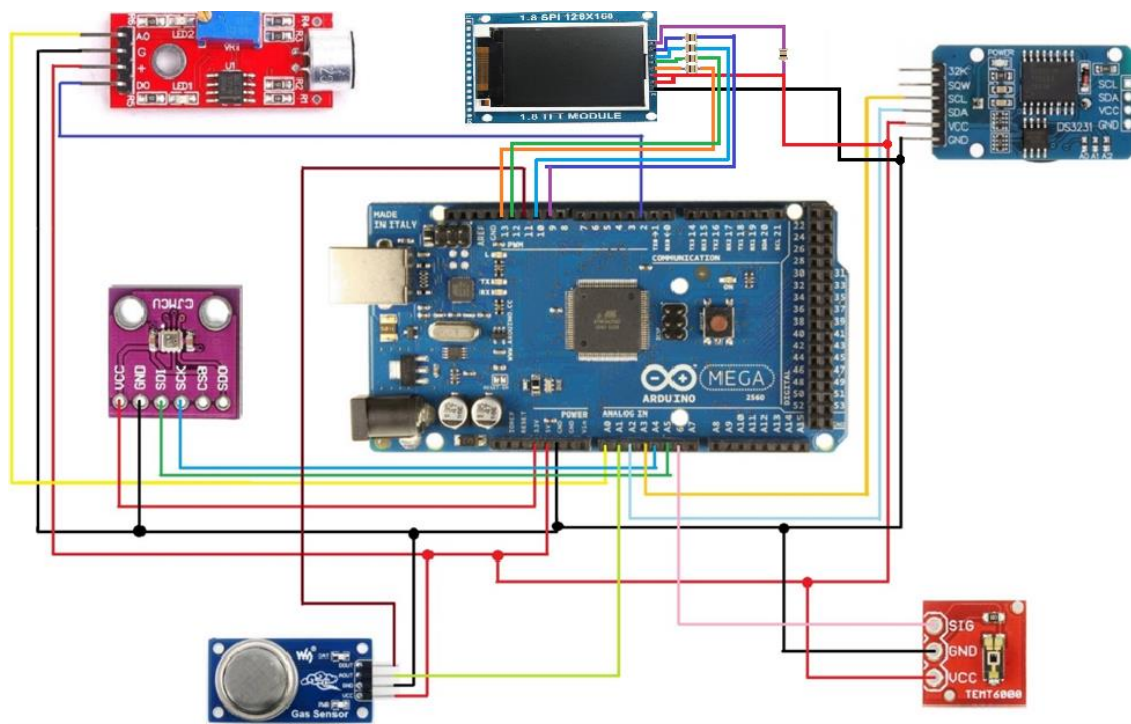
The implementation of such a system will allow for the creation of a comfortable environment in offices, educational institutions, residential buildings, and other indoor spaces, contributing to improved well-being, concentration, and overall health of people. Thus, this work is of significant importance for enhancing the quality of life and ensuring favorable conditions for work and leisure.

					123.KI-41.24			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розробив		Човганюк М. І.			Abstract	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
Перевірив		Павлюк М.Ф.					5	1
Н. Контр.								
Затвердив								

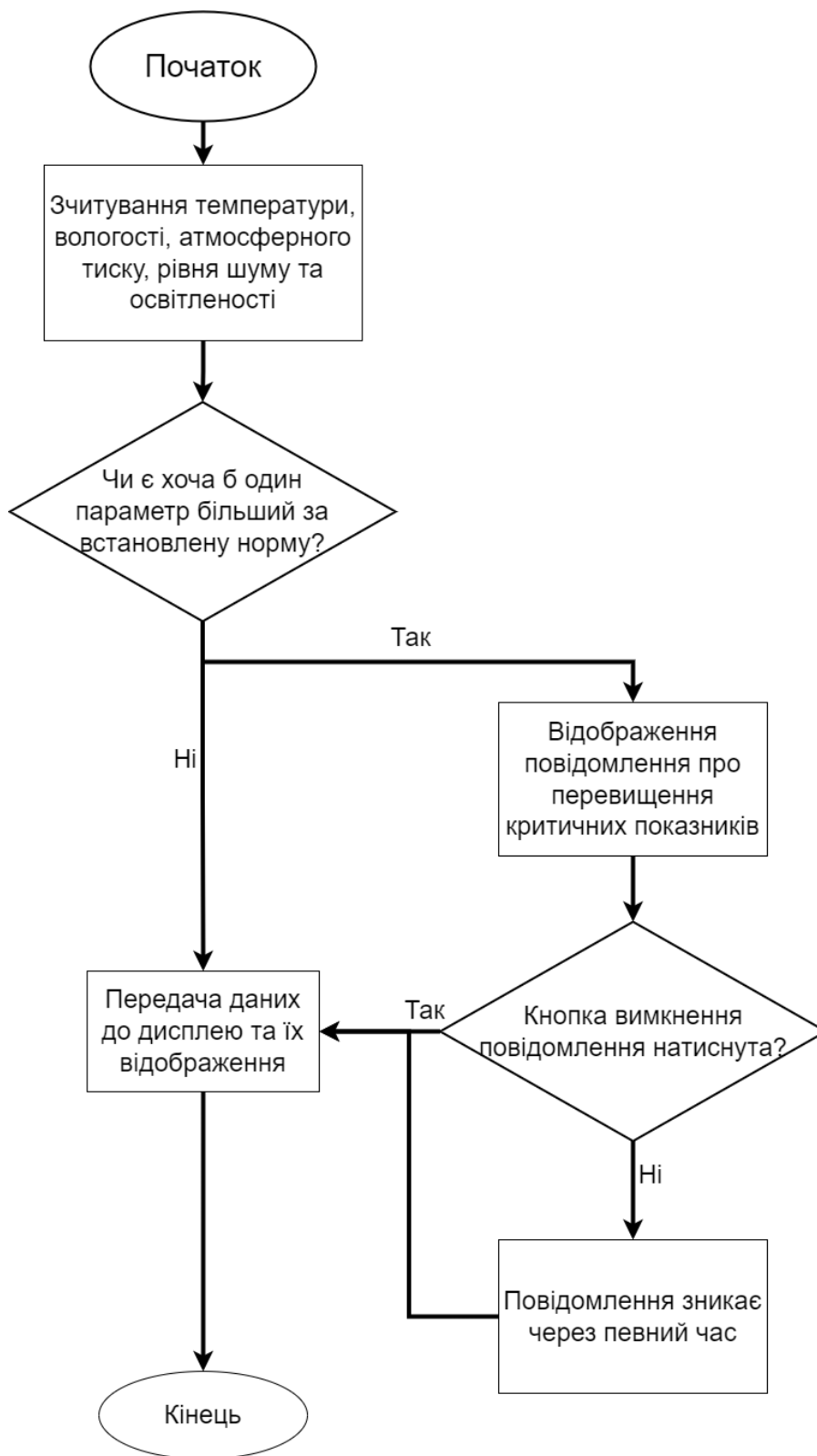
ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- RTC - Real-time clock (Годинник реального часу)
- I2C - Inter-Integrated Circuit (Міжінтегральна шина)
- SPI - Serial Peripheral Interface (Послідовний периферійний інтерфейс)
- UART - Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (Універсальний асинхронний приймач/передавач)
- HD - High Definition (Висока роздільна здатність)
- OLED - Organic Light-Emitting Diode (Органічний світлодіодний дисплей)
- ПДВ - Податок на додану вартість
- USB - Universal Serial Bus (Універсальна послідовна шина)
- LAN - Local Area Network (Локальна мережа)
- HDMI - High-Definition Multimedia Interface (Інтерфейс високої чіткості мультимедіа)
- GPS - Global Positioning System (Глобальна система позиціонування)
- CPU - Central Processing Unit (Центральний процесор)
- RAM - Random Access Memory (Оперативна пам'ять з випадковим доступом)
- SSD - Solid State Drive (Твердотільний накопичувач)
- GPU - Graphics Processing Unit (Графічний процесор)
- DNS - Domain Name System (Система доменних імен)

					123.КІ-41.24			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розробив		Човганюк М. І.			Abstract	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
Перевірив		Павлюк М.Ф.					5	1
Н. Контр.								
Затвердив								



					123.КІ-41.24			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Електрична схема системи для контролю мікроклімату	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Човганюк М. І.					6	1
Перевірів		Павлюк М,Ф.						
Н. Контр.								
Затвердив								



					123.КІ-41.24		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
Розробив		Човганюк М. І.			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
Перевірив		Павлюк М.Ф.				7	1
Н. Контр.					Блок-схема пристрою		
Затвердив							

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

на тему:

**«Розроблення мікроконтролерної системи для контролю
мікроклімату у приміщені»**

					123.KI-41.24			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розробив		Човганюк М. І.			Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
Перевірив		Павлюк М.Ф.					8	52
Н. Контр.								
Затвердив								

ВСТУП

Забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщеннях є важливим чинником для забезпечення комфорту, здоров'я та продуктивності людей. Мікроклімат, що включає в себе температуру, вологість, якість повітря, освітленість та рівень шуму, може суттєво вплинути на самопочуття, концентрацію та загальний стан організму.

У сучасному світі люди проводять значну частину свого часу в офісах, навчальних закладах, житлових та інших приміщеннях, де умови мікроклімату можуть бути далекими від ідеальних. Неналежний контроль цих параметрів може призвести до виникнення проблем зі здоров'ям, таких як респіраторні захворювання, головні болі, втома та зниження продуктивності праці.

Крім того, раціональне управління мікрокліматом дозволяє оптимізувати витрати енергії на опалення, вентиляцію та кондиціонування повітря, що сприяє зниженню експлуатаційних витрат та екологічному захисту навколишнього середовища.

Розроблення мікроконтролерної системи для контролю мікроклімату у приміщенні є актуальним завданням, оскільки вона дозволяє в реальному часі відстежувати ключові параметри, такі як температура, вологість, якість повітря, освітленість та рівень шуму. Завдяки автоматизованому збору та аналізу даних стає можливим приймати своєчасні рішення щодо коригування умов мікроклімату та забезпечення комфортного середовища для перебування людей.

Розроблення такої системи також відкриває перспективи для інтеграції з існуючими системами керування будівлями, що дозволить централізовано керувати мікрокліматом у різних приміщеннях та оптимізувати використання ресурсів.

Актуальність роботи

Актуальність даної роботи підкреслюється наявністю різноманітних застосувань мікроконтролерних систем у сфері автоматизації та "розумних" технологій. Від інтелектуальних будинків до офісних приміщень та промислових об'єктів - інтеграція таких систем стає необхідністю у сучасному житті.

					123.KI.41.24	
		№ докум.	Підпис			3

Мета роботи

Метою цієї роботи є розробка мікроконтролерної системи, яка забезпечуватиме контроль мікроклімату у приміщенні. Ця система буде здатна автоматично реагувати на зміни температури, вологості та інших параметрів, забезпечуючи комфортні умови перебування для користувачів.

Об'єктом дослідження є розробка та імплементація мікроконтролерної системи для контролю мікроклімату у приміщенні.

Предметом дослідження є розробка апаратно-програмного забезпечення, що включає в себе сенсори, мікроконтролери та інші елементи необхідні для функціонування системи.

Методи досліджень

Методи дослідження включають теоретичний аналіз, проектування та експериментальне тестування розробленої системи з метою перевірки її ефективності та надійності.

					123.KI.41.24	
		№ докум.	Підпис			4

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Функціональні можливості системи моніторингу мікроклімату.

Мікроконтролерна система для контролю мікроклімату у приміщенні є багатофункціональним пристроєм, який використовує передові технології та керується потужним мікроконтролером для забезпечення користувача всебічною інформацією про кліматичні умови, в яких знаходиться користувач. До основних параметрів, які може відслідковувати пристрій, можна віднести:

1. Точний відлік часу: Пристрій оснащений високоточним годинниковим модулем, який забезпечує відображення поточного часу з максимальною прецизійністю.
2. Моніторинг температури та вологості повітря: Вбудовані високоякісні датчики безперервно відстежують температуру та відносну вологість повітря всередині приміщення, забезпечуючи важливу інформацію для підтримання комфортних умов.
3. Контроль атмосферного тиску: За допомогою чутливого барометричного датчика система відстежує зміни атмосферного тиску, що дозволяє прогнозувати погодні умови.
4. Аналіз якості повітря: Пристрій обладнаний комплексом спеціальних датчиків, які виявляють присутність у повітрі різноманітних газів, таких як NH_3 , NO_x , пари алкоголю, бензину, диму та CO_2 . Ця функція допомагає відстежувати стан повітря в приміщенні та вчасно вживати заходів для його очищення.
5. Контроль рівня шуму: За допомогою вбудованого мікрофона пристрій вимірює рівень шуму в навколишньому середовищі, що дозволяє визначити потенційні джерела дискомфорту або порушення спокою.
6. Моніторинг освітленості: Система оснащена спеціальним датчиком освітлення, який відстежує рівень освітленості в приміщенні, надаючи інформацію для оптимізації енергоспоживання та забезпечення комфортних умов.

					123.KI.41.24	
		№ докум.	Підпис			5

тривалого впливу - серйозні респіраторні та серцево-судинні захворювання.

- Підвищений рівень CO₂ також може негативно впливати на концентрацію уваги та продуктивність праці.

5. Рівень шуму:

- Надмірний шум може призвести до стресу, порушення сну, зниження продуктивності, а при тривалому впливі - до часткової або повної втрати слуху.

6. Освітленість:

- Недостатнє освітлення може викликати порушення зору, головний біль та загальну втому.
- Надмірне освітлення може призвести до роздратування очей, головного болю та порушення циркадних ритмів організму.

Таким чином, підтримання оптимальних параметрів мікроклімату є вкрай важливим для забезпечення комфортних умов, здоров'я людей, належного функціонування обладнання та ефективного використання енергоресурсів.

1.3. Порівняльний аналіз аналогічних пристроїв на ринку.

Для формування цілісного розуміння конкурентного ландшафту та чіткого визначення ключових переваг і недоліків власної продукції необхідно провести ґрунтовний аналіз існуючих на ринку аналогічних рішень. Такий аналітичний огляд є критично важливим з декількох причин.

По-перше, він дозволяє виявити провідні тенденції розвитку даного сегменту ринку, що дасть змогу розробникам врахувати актуальні запити споживачів та відповідним чином адаптувати стратегію створення і просування продукту.

По-друге, ретельне вивчення конкуруючих пропозицій відкриває можливості для диференціації власного рішення шляхом впровадження унікальних функцій, вдосконалення існуючих характеристик або застосування інноваційних технологічних підходів. Це сприятиме формуванню чіткої конкурентної переваги на ринку.

					123.KI.41.24	
		№ докум.	Підпис			7

По-третє, комплексний аналіз існуючих аналогів є підґрунтям для визначення стратегічних векторів подальшого розвитку продукту та розробки ефективних маркетингових стратегій позиціонування, цінової політики та просування на ринку.

Нарешті, результати такого аналізу дозволять точно ідентифікувати місце і роль розробленого пристрою серед конкуруючих рішень, окреслити його унікальність та передбачити потенційний попит.

Таким чином, ґрунтовний аналіз конкурентного середовища є вкрай важливим етапом для забезпечення успішного виведення продукту на ринок, його затребуваності споживачами та досягнення довгострокової конкурентоспроможності в даному сегменті.

1. SENCOR SWS 51 B.

Це цифрова метеостанція з безпроводним датчиком для внутрішнього та зовнішнього використання. Вона допоможе відстежувати погодні умови та мікроклімат у приміщенні.



Рис. 1.1. Зовнішній вигляд Sencor SWS 51 B (зліва) та безпроводного датчика (справа).

До переваг даної моделі можна віднести:

- Компактний і акуратний дизайн, який органічно впишеться в будь-який інтер'єр.
- Наявність безпроводного зовнішнього датчика для моніторингу температури/вологості на вулиці.

- Широкий діапазон вимірювань температури і вологості для внутрішніх та зовнішніх умов.
- Точність показників завдяки якісним вбудованим датчикам.
- Зручний кольоровий дисплей з підсвічуванням для легкого зчитування інформації.
- Функція прогнозу погоди з відображенням погодних символів.
- Можливість відстежувати фази місяця та часи сходу/заходу сонця.
- Автоматична синхронізація часу через радіосигнал.
- Будильник з функцією повтору сигналу (snooze).
- Енергоефективність завдяки роботі від батарейок.

Недоліками є:

- Відсутність з'єднання з інтернетом/смарт-додатком для віддаленого моніторингу.
- Обмежений радіус дії зовнішнього датчика (типово до 50-100 метрів).
- Відсутність додаткових датчиків (CO₂, якість повітря тощо).
- Можливі перешкоди для радіосигналу від потужних перешкод.
- Необхідність періодично міняти батарейки живлення.
- Функціональність залежить від якості вбудованого ПЗ/прошивки.
- Відсутня підтримка голосових команд/помічників.
- Неможливість підключення додаткових зовнішніх датчиків.
- Обмежена кількість режимів/налаштувань дисплея.
- Вузький діапазон робочих температур для надійної роботи.

					123.KI.41.24	
		№ докум.	Підпис			9

2. TFA WEATHER JACK 35116654.



Рис. 1.2. Зовнішній вигляд Sencor SWS 51 В (зліва) та безпроводного датчика (справа).

Технічні характеристики:

- Роздільна здатність дисплея: 192 x 64 пікселів.
- Розміри дисплея: 4,5 дюйма (114 мм).
- Внутрішній датчик температури: від 0°C до +50°C.
- Зовнішній датчик температури: від -40°C до +60°C.
- Точність вимірювання температури: $\pm 0,5^\circ\text{C}$.
- Діапазон вимірювання вологості: 20% - 99% RH.
- Точність вимірювання вологості: $\pm 3\%$ RH.
- Діапазон вимірювання тиску: 800 - 1100 гПа.
- Передача даних від зовнішнього датчика: на частоті 433 МГц.
- Радіус дії зовнішнього датчика: до 100 метрів.
- Живлення метеостанції: 3 x AAA батарейки.
- Живлення зовнішнього датчика: 2 x AAA батарейки.
- Вага метеостанції: 270 г.

Переваги моделі:

- Великий та чіткий дисплей з високою роздільністю.

							123.KI.41.24		
									10
			№ докум.	Підпис					

РОЗДІЛ 2. ЕЛЕМЕНТНА БАЗА ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННІ

Правильний вибір компонентів для розробки мікроконтролерної системи контролю мікроклімату є критично важливим етапом проектування, який безпосередньо впливає на функціональність, надійність та ефективність майбутньої системи. Враховуючи різноманітні вимоги до моніторингу параметрів мікроклімату, таких як температура, вологість, якість повітря, освітленість та рівень шуму, необхідно ретельно підібрати відповідні датчики та модулі, які забезпечать точність вимірювань та стійку роботу в реальних умовах експлуатації.

Центральним елементом системи є мікроконтролер, який відповідає за збір даних із датчиків, їх обробку та передачу користувачеві або іншим пристроям. Вибір мікроконтролера здійснюється на основі аналізу його обчислювальної потужності, енергоспоживання, наявності необхідних інтерфейсів та периферійних пристроїв, а також підтримки відповідного програмного забезпечення та бібліотек.

Не менш важливим аспектом є вибір датчиків для вимірювання різних параметрів мікроклімату. Датчики температури та вологості повинні забезпечувати високу точність та швидке реагування на зміни навколишнього середовища. Для контролю якості повітря необхідно підібрати відповідні газові датчики, здатні виявляти присутність шкідливих речовин. Датчики освітленості та шуму також повинні відповідати вимогам проекту та забезпечувати надійні виміри.

Крім того, система має включати модулі для відображення інформації та взаємодії з користувачем, такі як дисплеї або веб-інтерфейси. Вибір цих компонентів залежить від конкретних потреб проекту та вимог до зручності використання.

					123.KI.41.24	
		№ докум.	Підпис			12

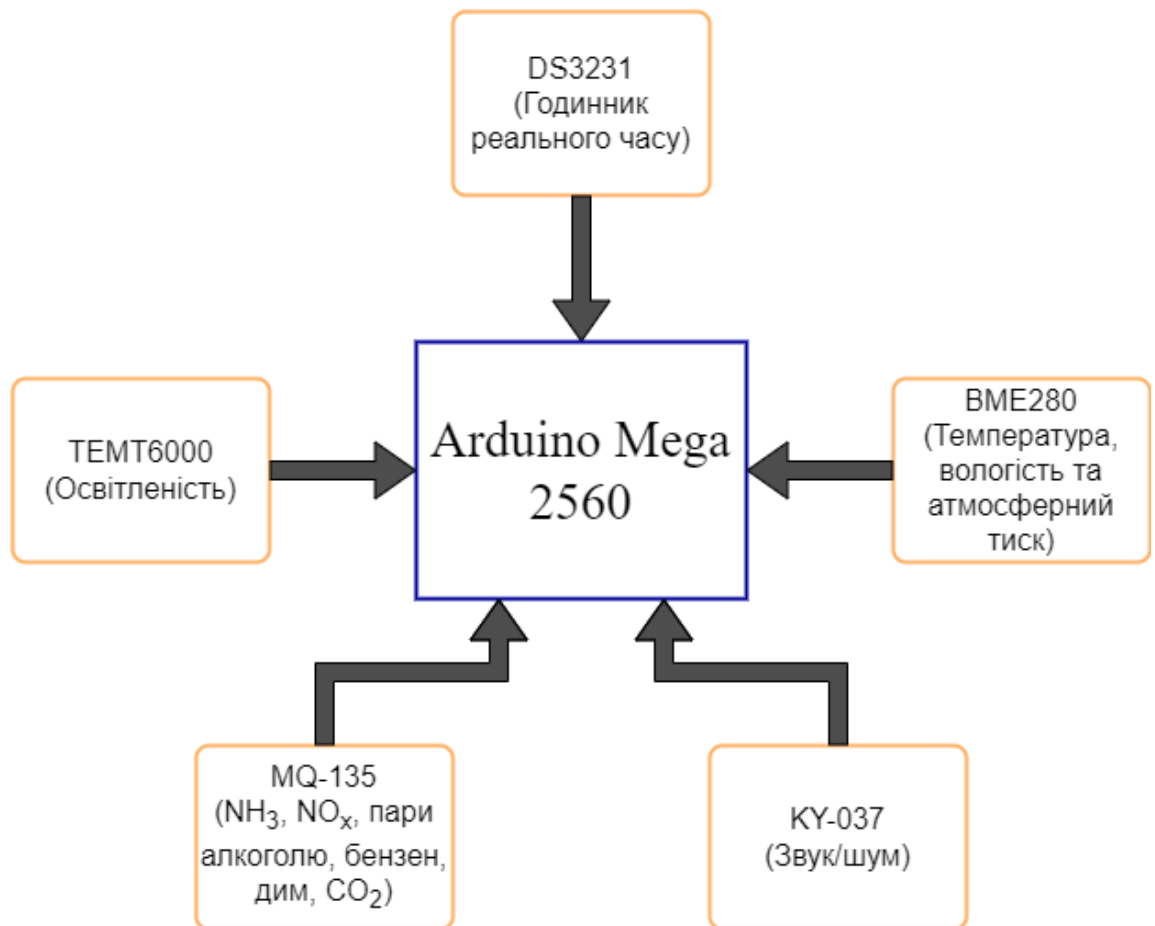


Рис. 2.1. Структурна схема пристрою.

2.1. Вибір оптимального мікроконтролера для керування системою.

Для розробки мікроконтролерної системи було обрано мікроконтролерну плату Arduino Mega 2560.

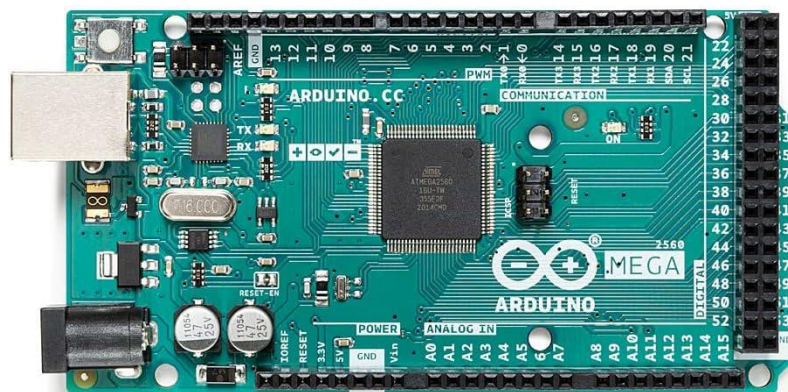


Рис. 2.2. Плата Arduino Mega з мікроконтролером ATmega2560.

Arduino Mega 2560 є однією з найпотужніших і найбільш універсальних плат мікроконтролерів, що пропонується компанією Arduino. Вона базується на мікроконтролері ATmega2560 від Atmel, який забезпечує значні обчислювальні потужності та гнучкість у програмуванні різноманітних проектів.

Ця платформа була розроблена з метою задоволення потреб більш масштабних і складних проектів, які вимагають більшої кількості вводів/виводів, більшого обсягу пам'яті та підвищеної продуктивності. Завдяки своїй потужності, Arduino Mega 2560 стала популярним вибором для створення інтерактивних інсталяцій, роботизованих систем, складних систем автоматизації та інших проектів, які потребують значної обчислювальної потужності та можливостей введення/виведення.

Одна з ключових переваг Arduino Mega 2560 полягає в її модульності та сумісності з широким спектром додаткових плат, датчиків і периферійних пристроїв, що дозволяє користувачам створювати складні та багатофункціональні системи. Ця платформа підтримує різноманітні протоколи зв'язку, такі як UART, SPI, I2C, що забезпечує гнучкість інтеграції з різними типами периферійних пристроїв.

Крім того, Arduino Mega 2560 є сумісною з численними бібліотеками та ресурсами, що забезпечують швидке і зручне програмування та розробку. Завдяки своїй відкритій архітектурі та активній спільноті розробників, ця платформа постійно розвивається і вдосконалюється, пропонуючи нові можливості та рішення для широкого кола застосувань.

Табл. 1. Основні характеристики плати Arduino Mega 2560.

Параметр	Опис
Мікроконтролер	ATmega2560
Оперативна пам'ять (RAM)	8 КБ
Вбудована флеш-пам'ять	256 КБ (включаючи 4 КБ використовуваної для завантажувача)
Частота	16 МГц
Вхідні/Вихідні піни	54 (з них 15 можуть бути використані для PWM)
Аналогові входи	16
Цифрові входи/виходи	54
Ток на вихідній пін	40 мА
Напруга живлення	5 В
Напруга вхідних/вихідних пінів	0-5 В

2.2. DS3231.

DS3231 є високоточним прецизійним годинником реального часу (RTC) з вбудованим температурним датчиком, розробленим компанією Maxim Integrated. Цей пристрій забезпечує надійне і точне відстеження часу та дати, що робить його ідеальним рішенням для широкого спектру застосувань, де потрібне точне визначення часу.

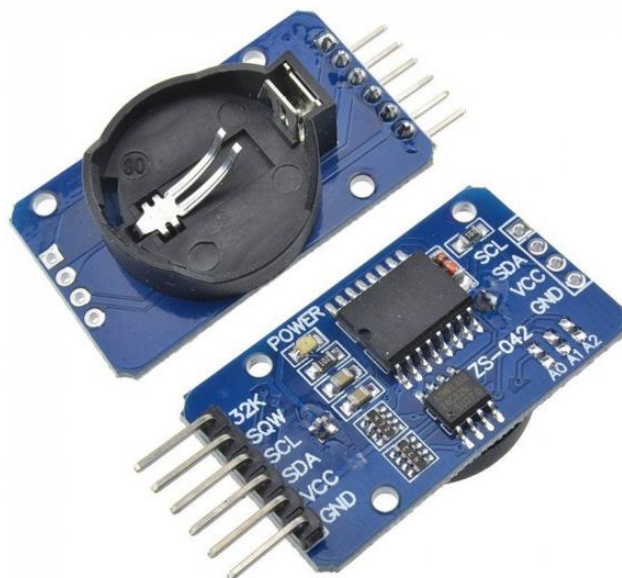


Рис. 2.3. Зовнішній вигляд DS3231.

Основною перевагою DS3231 є його високий рівень точності, який забезпечується внутрішнім температурно-компенсованим кристалічним осцилятором. Цей осцилятор має низьку чутливість до коливань температури, що дозволяє годиннику зберігати високу точність у широкому діапазоні температур навколишнього середовища.

DS3231 також відрізняється низьким енергоспоживанням, що робить його придатним для застосувань з обмеженим енергоспоживанням, таких як пристрої з батарейним живленням. Крім того, він має вбудовану резервну батарейку, що дозволяє зберігати інформацію про час і дату навіть у разі відключення основного живлення.

Табл. 2. Основні характеристики DS3231.

Параметр	Опис
Інтерфейс	I2C (можливі також SPI і 3-пінний режим)
Точність	±2 хвилини на рік
Робочий діапазон температур	-40°C до +85°C
Напруга живлення	3.3 В або 5 В
Вхідний струм	~500 нА при відсутності живлення
Інтегрований термокомпенсований кварцевий генератор	Так
Акумуляторна пам'ять	Вбудована (секундний драйвер)
Часові реєстри	Секунди, хвилини, години, день тижня, дата, місяць, рік
Будильники	2 будильники з повторювачем
Автоматична корекція	Синхронізація з відповідними датчиками часу (наприклад, GPS)

DS3231 широко використовується в різноманітних додатках, таких як системи запису даних, годинники, системи охоронного спостереження, промислова автоматизація та багато інших, де потрібно точне відстеження часу та календаря. Він зазвичай підключається до мікроконтролера через інтерфейс I2C для зчитування та налаштування часу та дати.

2.3. BME280.

BME280 є високоточним цифровим датчиком, який поєднує в собі вимірювання атмосферного тиску, вологості та температури. Цей багатофункціональний датчик розроблений компанією Bosch Sensortec і широко використовується в різноманітних галузях завдяки своїй надійності, точності та енергоефективності.

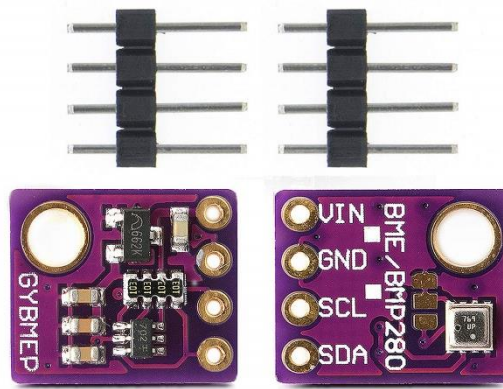


Рис. 2.4. Датчик температури, відносної вологості та атмосферного тиску BME280.

На відміну від окремих датчиків для кожного виміру, BME280 інтегрує всі три сенсори в одному компактному корпусі, що спрощує процес інтеграції та зменшує габарити системи. Він використовує високоякісний п'єзорезистивний датчик тиску для вимірювання атмосферного тиску з високою точністю та чутливістю.

Вбудований датчик вологості BME280 базується на технології ємнісного полімерного сенсора, який забезпечує точні та стабільні вимірювання відносної вологості. Крім того, він містить високоякісний термістор для вимірювання температури з високою роздільною здатністю та низьким дрейфом.

Одна з ключових переваг BME280 полягає в його низькому енергоспоживанні, що робить його ідеальним вибором для портативних та автономних пристроїв з батарейним живленням. Він підтримує різні режими роботи, дозволяючи користувачам вибирати оптимальний баланс між енергоспоживанням і частотою вимірювань.

Крім того, BME280 підтримує різні інтерфейси зв'язку, такі як I2C, SPI та UART, що полегшує його інтеграцію з мікроконтролерами та іншими системами. Він також має вбудовані функції калібрування та компенсації, що забезпечують високу точність вимірювань у широкому діапазоні температур та атмосферного тиску.

Вихідний сигнал датчика є аналоговим і може бути зчитаний мікроконтролером через аналоговий вхід.

Одна з ключових переваг KY-037 полягає в його простоті використання та інтеграції з мікроконтролерами. Він має три виводи: вивід живлення (VCC), заземлення (GND) та аналоговий вихід (OUT). Після підключення до мікроконтролера та налаштування відповідного програмного забезпечення, датчик може виявляти звукові коливання та передавати їх значення у вигляді аналогового сигналу.

Табл. 4. Основні характеристики KY-037.

Параметр	Опис
Тип	Мікрофонний модуль
Напруга живлення	3.3 В - 5 В
Вихідний сигнал	Аналоговий сигнал
Частотний діапазон	50 Hz - 20 kHz
Чутливість	Залежить від платформи і налаштувань
Вихідний сигнал	Аналоговий сигнал, зазвичай в межах 0-5 В

Цей датчик звуку знайшов широке застосування в різноманітних проектах, таких як системи безпеки, моніторинг навколишнього середовища, інтерактивні установки та навіть музичні інструменти. Його можна використовувати для виявлення звуків, вимірювання рівня шуму, розпізнавання простих звукових патернів або навіть для реєстрації аудіосигналів.

2.5. MQ-135.

MQ-135 є твердотільним датчиком газу, призначеним для виявлення та вимірювання концентрації різноманітних забруднюючих газів у повітрі. Цей датчик був розроблений компанією Zhengzhou Winsen Electronics Technology Co., Ltd і широко використовується в системах моніторингу якості повітря, промислових додатках та проектах з мікроконтролерами.

інтенсивність світла робить TEMT6000 корисним інструментом у різноманітних галузях, де потрібно контролювати та регулювати освітлення.

2.7. HD SPI OLED ST7735.

HD SPI OLED ST7735 - це OLED дисплей з роздільною здатністю 128x160 пікселів, який використовує інтерфейс SPI та контролер ST7735.

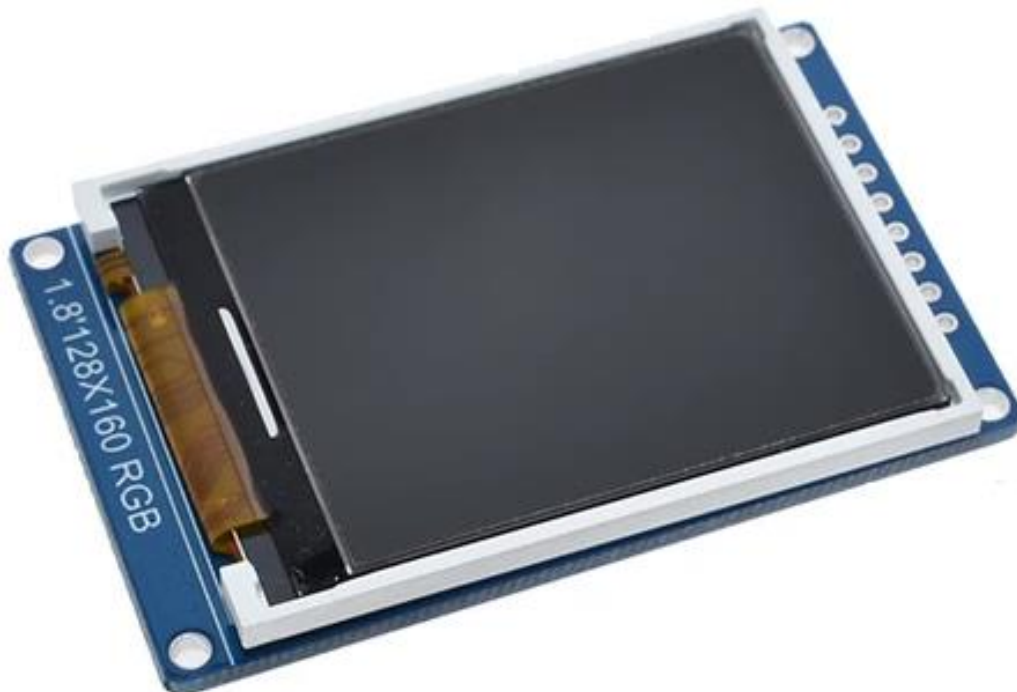


Рис. 2.8. Зовнішній вигляд HD SPI OLED ST7735.

Табл. 7. Основні характеристики HD SPI OLED ST7735.

Параметр	Опис
Роздільна здатність	128x160 пікселів
Тип дисплея	OLED
Інтерфейс	SPI
Колір	65 тисяч квітів в форматі RGB
Контролер	ST7735
Розмір дисплея	35 мм * 57 мм * 7 мм
Напруга живлення	3.3 В або 5 В

Використання цього дисплея в пристрої контролю мікроклімату запобігатиме:

1. Ускладненню відстеження показників датчиків через відсутність зручного графічного інтерфейсу. Дисплей забезпечить наочне відображення всіх необхідних параметрів в реальному часі.
2. Складнощам у зчитуванні показників через невідповідний розмір чи погану якість зображення. Високороздільний IPS-дисплей гарантує чітку та яскраву картинку.
3. Незручності використання пристрою через відсутність інтерактивного інтерфейсу з підказками користувачеві. Дисплей дозволить відображати додаткові повідомлення та інструкції.
4. Проблемам з автономністю пристрою через високе енергоспоживання дисплея. Технологія SPI забезпечує енергоефективну роботу.

Отже, застосування дисплея HD SPI OLED ST7735 у пристрої контролю мікроклімату дозволить уникнути обмежень щодо зручності відображення та інтерпретації даних моніторингу, що суттєво підвищить практичну цінність розробки.

					123.KI.41.24	
		№ докум.	Підпис			24

3.1. Апаратна реалізація та програмне забезпечення системи моніторингу мікроклімату.

Розглянемо принцип роботи вашого пристрою для контролю та спостереження за мікрокліматом:

- Датчик температури та вологості BME280: вимірює температуру та відносну вологість повітря в приміщенні. Дані цього датчика допоможуть контролювати комфортний рівень цих параметрів для людини та вживати заходів для їх регулювання за необхідністю.
- Датчик атмосферного тиску BME280: відстежує атмосферний тиск, що дозволить прогнозувати зміни погодних умов та попереджати метеочутливих людей про можливі негативні реакції організму.
- Датчик освітленості TЕМТ6000: контролює рівень освітлення в приміщенні. Ця інформація буде використовуватись для регулювання штучного освітлення з метою забезпечення комфортних умов для зору та оптимізації енергоспоживання.
- Датчик якості повітря MQ-135: визначає концентрації шкідливих газів (NH₃, NO_x, алкоголь, бензин, дим, CO₂) у повітрі. Це дозволить виявляти забруднення та вживати заходів для поліпшення якості повітря приміщення.
- Датчик рівня шуму KY-037: вимірює рівень звукового тиску, що дасть можливість контролювати допустимі межі шуму для запобігання порушенням сну, зниженню концентрації та іншим негативним ефектам надмірного шуму.

Усі показники цих датчиків будуть оброблятися мікроконтролером, записуватися та передаватимуться на OLED дисплей для моніторингу та аналізу.

Після вступної частини доцільно здійснити ґрунтовний аналіз конструкції розробленого пристрою, комплектуючих елементів, що входять до його складу, а також детально розглянути принципи функціонування та взаємодію компонентів у процесі експлуатації даного технічного рішення.

Якщо жоден параметр не перевищує норму, процес переходить до кінцевої точки. Якщо принаймні один параметр перевищує встановлену норму, пристрій відображає повідомлення про перевищення критичних показників.

Після цього передбачено два варіанти дій:

Передача даних на дисплей пристрою чи на іншу систему для відображення.

Якщо натиснуто кнопку повідомлення, пристрій виводить на дисплей повідомлення про перевищення критичних показників і очікує певний час, перш ніж повторити цикл моніторингу.

Отже, даний пристрій виконує постійний моніторинг заданих параметрів, сигналізує про будь-які відхилення від встановлених норм та надає відповідну інформацію користувачеві.

Нижче наведено основну частину коду для пристрою:

```
#include <Wire.h>           // Бібліотека для роботи з шинами I2C
#include <SPI.h>             // Бібліотека для роботи з SPI
#include <Adafruit_Sensor.h> // Абстрактний клас датчиків Adafruit
#include <Adafruit_BME280.h> // Бібліотека для датчика тиску,
// вологості та температури BME280
#include <Adafruit_ST7735.h> // Бібліотека для дисплея ST7735
#include <Adafruit_GFX.h>    // Бібліотека для роботи з графікою
// на дисплеї

#define TFT_CS    10 // Пін для керування чіпом дисплея
#define TFT_RST   9  // Пін для скидання дисплея
#define TFT_DC    8   // Пін для визначення типу даних, що
// передаються на дисплей

Adafruit_ST7735 tft = Adafruit_ST7735(TFT_CS, TFT_DC, TFT_RST);
// Об'єкт дисплея

#define SEALEVELPRESSURE_HPA (1013.25) // Стандартний рівень
// атмосферного тиску на рівні моря

Adafruit_BME280 bme; // Об'єкт датчика BME280
```

```

const int MQ135_PIN = A0; // Пін для підключення датчика газів
MQ135

const int NOISE_PIN = A1; // Пін для підключення датчика шуму
const int LIGHT_PIN = A2; // Пін для підключення датчика
освітленості

const int BUTTON_PIN_1 = 2; // Пін для підключення першої кнопки
const int BUTTON_PIN_2 = 3; // Пін для підключення другої кнопки

float minHumidity = 30.0; // Мінімальний допустимий рівень
вологості
float maxHumidity = 70.0; // Максимальний допустимий рівень
вологості
float minTemperature = 15.0; // Мінімальна допустима температура
float maxTemperature = 25.0; // Максимальна допустима температура
float maxGasConcentration = 50.0; // Максимальна допустима
концентрація газу

bool notificationsEnabled = true; // Флаг для включення / вимкнення
сповіщень

void setup() {
    Serial.begin(9600); // Ініціалізуємо з'єднання для монітора
    послідовного порту
    tft.initR(INITR_BLACKTAB); // Ініціалізуємо дисплей
    bme.begin(); // Ініціалізуємо датчик BME280
    pinMode(BUTTON_PIN_1, INPUT_PULLUP); // Налаштовуємо першу
кнопку як вхід з внутрішнім підтягуючим резистором
    pinMode(BUTTON_PIN_2, INPUT_PULLUP); // Налаштовуємо другу
кнопку як вхід з внутрішнім підтягуючим резистором
}

void loop() {
    float temperature = bme.readTemperature(); // Вимірюємо
температуру
    float humidity = bme.readHumidity(); // Вимірюємо вологість
    float pressure = bme.readPressure() / 100.0F; // Вимірюємо тиск

```



```

        Serial.println("Humidity out of bounds!");
    }
}

    if (temperature < minTemperature || temperature >
maxTemperature) { // Перевіряємо температуру
        if (notificationsEnabled) {
            Serial.println("Temperature out of bounds!");
        }
    }

    if (gasConcentration > maxGasConcentration) { // Перевіряємо
концентрацію газу
        if (notificationsEnabled) {
            Serial.println("Gas concentration out of bounds!");
        }
    }
}

void checkButtons() {
    if (digitalRead(BUTTON_PIN_1) == LOW) { // Перевіряємо стан
першої кнопки
        notificationsEnabled = false; // Вимикаємо сповіщення
        digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // Вимикаємо вбудований
світлодіод на платі
        delay(1000); // Затримка для уникнення спонтанного включення
сповіщень
    }

    if (digitalRead(BUTTON_PIN_2) == LOW) { // Перевіряємо стан
другої кнопки
        notificationsEnabled = true; // Увімкнути сповіщення
        delay(1000); // Затримка для уникнення спонтанного включення
сповіщень
    }
}
}

```


Тут визначаються піни для керування дисплеєм та створюється об'єкт tft, який представляє дисплей.

3. Інші оголошення пінів для з'єднання:

```
#define SEALEVELPRESSURE_HPA (1013.25)

Adafruit_BME280 bme;

const int MQ135_PIN = A0;
const int NOISE_PIN = A1;
const int LIGHT_PIN = A2;
const int BUTTON_PIN_1 = 2;
const int BUTTON_PIN_2 = 3;

float minHumidity = 30.0;
float maxHumidity = 70.0;
float minTemperature = 15.0;
float maxTemperature = 25.0;
float maxGasConcentration = 50.0;

bool notificationsEnabled = true;
```

Тут оголошуються деякі константи та змінні, такі як піни для датчиків, межі для параметрів, а також флаг для включення / вимкнення сповіщень.

4. Функція setup():

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  tft.initR(INITR_BLACKTAB);
  bme.begin();
  pinMode(BUTTON_PIN_1, INPUT_PULLUP);
  pinMode(BUTTON_PIN_2, INPUT_PULLUP);
}
```

Дана функція викликається один раз при запуску програми. Вона налаштовує послідовний порт, ініціалізує дисплей та датчик BME280, а також налаштовує піни для кнопок як входи з внутрішнім підтягуючим резистором.

5. Головна функція loop():

```
void loop() {  
    float temperature = bme.readTemperature();  
    float humidity = bme.readHumidity();  
    float pressure = bme.readPressure() / 100.0F;  
    float gasConcentration = analogRead(MQ135_PIN);  
    float noiseLevel = analogRead(NOISE_PIN);  
    float lightLevel = analogRead(LIGHT_PIN);  
  
    displayData(temperature, humidity, pressure, gasConcentration,  
noiseLevel, lightLevel);  
    checkThresholds(temperature, humidity, gasConcentration);  
    checkButtons();  
}
```

У цій функції вимірюються значення температури, вологості, тиску, газу, рівня шуму та освітленості, після чого вони відображаються на дисплеї, перевіряються межі для сповіщень та стан кнопок.

6. Функція відображення даних на дисплеї displayData():

```
void displayData(float temperature, float humidity, float  
pressure, float gasConcentration, float noiseLevel, float lightLevel)  
{  
    tft.fillScreen(ST77XX_BLACK);  
    tft.setCursor(0, 0);  
    tft.setTextColor(ST77XX_WHITE);  
    tft.setTextSize(1);  
  
    tft.println("Temperature: " + String(temperature) + " C");  
    tft.println("Humidity: " + String(humidity) + " %");  
    tft.println("Pressure: " + String(pressure) + " hPa");  
    tft.println("Gas Concentration: " + String(gasConcentration));  
}
```


РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОЗРОБКИ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ МІКРОКЛІМАТУ

Визначення обґрунтованої та коректної ціни на розроблений пристрій для контролю та спостереження за мікрокліматом є важливим завданням в рамках економічного розділу проекту. Правильне ціноутворення відіграє ключову роль у забезпеченні конкурентоспроможності продукту на ринку та отриманні прибутку для покриття витрат і подальшого розвитку виробу.

Під час визначення ціни необхідно врахувати низку важливих факторів. По-перше, важливо проаналізувати ринок аналогічних пристроїв, вивчити ціни конкурентів та зрозуміти рівень платоспроможного попиту споживачів на подібні рішення. Це допоможе встановити ціну, яка буде конкурентоспроможною та прийнятною для цільової аудиторії покупців.

Крім того, необхідно ретельно розрахувати собівартість виробництва пристрою, включаючи витрати на компоненти, матеріали, оплату праці, накладні витрати та інші супутні витрати. Визначивши точну собівартість, можна встановити мінімальну ціну, яка забезпечить беззбитковість проекту.

4.1. Розрахунок собівартості та кінцевої ціни реалізації пристрою.

Визначення собівартості та кінцевої ціни реалізації спроектованого пристрою для контролю мікроклімату є важливим етапом економічного обґрунтування проекту. Для розрахунку застосовується покроковий підхід:

1. Визначення виробничої собівартості ($C_{\text{вир}}$). Виробнича собівартість включає прямі витрати на виготовлення одиниці продукції: вартість матеріалів, комплектуючих, заробітну плату виробничих працівників та інші прямі витрати. Її можна розрахувати різними методами, один з яких - метод питомих ваг:

$$C_{\text{вир}} = 1/Y_m * M, \quad (4.1)$$

де Y_m - питома вага вартості матеріалів і комплектуючих у виробничій собівартості аналогічного виробу (зазвичай становить 55% чи 0,55); M - повна вартість матеріалів і комплектуючих спроектованого пристрою.

2. Розрахунок повної собівартості ($C_{\text{п}}$). Повна собівартість додатково враховує накладні витрати підприємства (адміністративні, збутові, комунальні тощо):

					123.KI.41.24	
		№ докум.	Підпис			39

Захист від електромагнітних полів: Система має бути максимально ізольована від впливу сильних електромагнітних полів, які можуть спричинити збої в роботі чутливих електронних компонентів. Зберігання поблизу потужних джерел ЕМП, таких як радари, трансформаторні підстанції тощо, є небезпечним.

Запобігання забрудненню: Під час зберігання систему необхідно захистити від потрапляння пилу, бруду, агресивних хімічних речовин, солоного середовища тощо. Це можна зробити, використовуючи герметичні контейнери з вологопоглиначами та засобами захисту від корозії усередині.

					123.KI.41.24	45
		№ докум.	Підпис			

ДОДАТОК

Додаток А. Код програми

```
#include <Wire.h> // Бібліотека для роботи з шинами I2C
#include <SPI.h> // Бібліотека для роботи з SPI
#include <Adafruit_Sensor.h> // Абстрактний клас датчиків Adafruit
#include <Adafruit_BME280.h> // Бібліотека для датчика тиску,
вологості та температури BME280
#include <Adafruit_ST7735.h> // Бібліотека для дисплея ST7735
#include <Adafruit_GFX.h> // Бібліотека для роботи з графікою
на дисплеї

#define TFT_CS 10 // Пін для керування чіпом дисплея
#define TFT_RST 9 // Пін для скидання дисплея
#define TFT_DC 8 // Пін для визначення типу даних, що
передаються на дисплей

Adafruit_ST7735 tft = Adafruit_ST7735(TFT_CS, TFT_DC, TFT_RST);
// Об'єкт дисплея

#define SEALEVELPRESSURE_HPA (1013.25) // Стандартний рівень
атмосферного тиску на рівні моря

Adafruit_BME280 bme; // Об'єкт датчика BME280

const int MQ135_PIN = A0; // Пін для підключення датчика газів
MQ135
const int NOISE_PIN = A1; // Пін для підключення датчика шуму
const int LIGHT_PIN = A2; // Пін для підключення датчика
освітленості
const int BUTTON_PIN_1 = 2; // Пін для підключення першої кнопки
const int BUTTON_PIN_2 = 3; // Пін для підключення другої кнопки

float minHumidity = 30.0; // Мінімальний допустимий рівень
вологості
float maxHumidity = 70.0; // Максимальний допустимий рівень
вологості
```



```

}

void displayData(float temperature, float humidity, float
pressure, float gasConcentration, float noiseLevel, float lightLevel)
{
    // Виводимо дані на дисплей
    tft.fillScreen(ST77XX_BLACK); // Очищаємо екран
    tft.setCursor(0, 0); // Встановлюємо курсор
    tft.setTextColor(ST77XX_WHITE); // Встановлюємо колір тексту
    tft.setTextSize(1); // Встановлюємо розмір тексту

    tft.println("Temperature: " + String(temperature) + " C");
    tft.println("Humidity: " + String(humidity) + " %");
    tft.println("Pressure: " + String(pressure) + " hPa");
    tft.println("Gas Concentration: " + String(gasConcentration));
    tft.println("Noise Level: " + String(noiseLevel));
    tft.println("Light Level: " + String(lightLevel));
}

void checkThresholds(float temperature, float humidity, float
gasConcentration) {
    if (humidity < minHumidity || humidity > maxHumidity) { //
Перевіряємо вологість
        if (notificationsEnabled) {
            Serial.println("Humidity out of bounds!");
        }
    }

    if (temperature < minTemperature || temperature >
maxTemperature) { // Перевіряємо температуру
        if (notificationsEnabled) {
            Serial.println("Temperature out of bounds!");
        }
    }
}

```

