

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматики
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))
Кафедра комп'ютерних наук
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Бакалаврська дипломна робота на тему:
ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ УПРАВЛІННЯ КЛІМАТОМ В КІМНАТІ

Виконав: студент 4 курсу, групи КН-22мс
спеціальності 122 – Комп'ютерні науки
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)



Кучальський Д.Я.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент кафедри КН

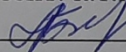


Озеранський В.С.

(прізвище та ініціали)

« 07 » 06 2024 р.

Рецензент: к.т.н., доцент кафедри АІТ



Барабан М.В.

(прізвище та ініціали)

« 07 » 06 2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри КН

д.т.н., проф. Яровий А.А.

(прізвище та ініціали)

« 07 » 06 2024 р.

Вінниця ВНТУ – 2024 рік

Вінницький національний технічний університет
Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації
Кафедра Комп'ютерних наук
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
Галузь знань – 12 «Інформаційні технології»
Спеціальність – 122 «Комп'ютерні науки»
Освітньо-професійна програма – «Комп'ютерні науки»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КН
проф., д.т.н. Яровий А.А.

“ 7 ” березня 2024 року

**ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Кучальському Денису Яновичу

1. Тема роботи: Програмний модуль управління кліматом в кімнаті.
керівник роботи: Озеранський Володимир Сергійович, к.т.н., доцент
затверджені наказом вищого навчального закладу “11” березня 2024 року №80

2. Строк подання студентом роботи 27 05.2024

3. Вихідні дані до роботи :

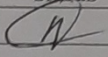
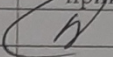
- Мова програмування – об'єктно-орієнтована;
- Кількість параметрів мікроклімату - не менше 2шт;
- Вбудовані датчики температури, вологості повітря;
- Відображення поточних значень параметрів на LCD-дисплеї.

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

вступ; обґрунтування доцільності розробки програмного модуля управління кліматом в кімнаті; розробка програмного модуля управління кліматом в кімнаті; програмна реалізація модуля управління кліматом в кімнаті; висновки; список використаних джерел; додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
схема алгоритму роботи програмного модуля управління кліматом в кімнаті; монтажна схема програмно-апаратного комплексу управління кліматом в кімнаті на основі платформи Arduino; загальна структурна схема функціонування програмного модуля управління кліматом в кімнаті; UML-діаграма комунікації програмного модуля управління кліматом в кімнаті.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-3	Озеранський В.С., к.т.н., доцент		

6. Дата видачі завдання 07.03.24.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва та зміст етапу	Термін виконання		Примітка
		початок	закінчення	
1.	Обґрунтування доцільності розробки програмного модуля управління кліматом в кімнаті	6.05.24	10.05.24	
2.	Розробка програмного модуля управління кліматом в кімнаті	10.05.24	15.05.24	
3.	Програмна реалізація модуля управління кліматом в кімнаті	15.05.24	20.05.24	
4.	Розробка інструкції користувача.	20.05.24	24.05.24	
5.	Висновки та аналіз отриманих результатів	24.05.24	4.06.24	
6.	Оформлення матеріалів до захисту БДР	4.06.24	6.06.24	

Студент



(підпис)

Кучальський
(прізвище та іні

Керівник проекту (роботи)



(підпис)

Озеранський
(прізвище та іні

АНОТАЦІЯ

УДК 621.374.415

Кучальський Д.Я. Програмний модуль управління кліматом в кімнаті. Бакалаврська дипломна робота складається з 71 сторінки формату А4, на яких є 36 рисунків, 4 таблиці, список використаних джерел містить 22 найменувань.

В роботі обґрунтовано доцільність розробки програмного модуля управління кліматом в кімнаті на основі платформи Arduino. Такий модуль здійснюватиме постійний моніторинг параметрів мікроклімату приміщень, результати моніторингу відображаються на вбудованому дисплеї. Отримані дані про мікроклімат дозволять користувачеві аналізувати та контролювати умови в приміщенні. Крім того, використання датчика руху дозволяє забезпечити режим енергозаощадження, вимикати пристрій, коли в приміщенні немає активності.

Ключові слова: Arduino, мікроклімат, температура, відносна вологість, датчик.

ABSTRACT

Kuchalsky D.Ya. Program module for controlling the climate in the room. The bachelor thesis consists of 71 pages of A4 format, on which there are 36 figures, 4 tables, the list of used sources contains 22 names.

The paper substantiates the feasibility of developing a software module for room climate control based on the Arduino platform. Such a module will constantly monitor the microclimate parameters of the premises, the monitoring results are displayed on the built-in display. The obtained microclimate data will allow the user to analyze and control indoor conditions. In addition, the use of a motion sensor allows you to provide an energy-saving mode, turn off the device when there is no activity in the room.

Keywords: Arduino, microclimate, temperature, relative humidity, sensor.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ УПРАВЛІННЯ КЛІМАТОМ В КІМНАТІ	9
1.1 Огляд відомих технологій для контролю параметрів клімату в приміщеннях....	9
1.2 Формулювання вимог та постановка задачі	16
1.3 Висновок.....	18
2 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ УПРАВЛІННЯ КЛІМАТОМ В КІМНАТІ	19
2.1 Розробка загальної структурної схеми комплексу для управління кліматом в кімнаті на основі платформи Arduino	19
2.2 Розробка UML-діаграми класів	20
2.3 Розробка алгоритмів функціонування програмного модуля управління кліматом в кімнаті на основі платформи Arduino	22
2.4 Висновок.....	25
3 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МОДУЛЯ УПРАВЛІННЯ КЛІМАТОМ В КІМНАТІ	26
3.1 Обґрунтування вибору платформ для розробки.....	26
3.2 Обґрунтування вибору мови програмування	30
3.3 Основні оператори мови програмування для розробки програмного модуля управління кліматом в кімнаті	31
3.4 Особливості середовища розробки Arduino IDE	31
3.5 Програмна та апаратна реалізація модуля управління кліматом в кімнаті на основі платформи Arduino	43
3.6 Тестування роботи програмно-апаратного модуля управління кліматом в кімнаті та аналіз результатів	50
3.7 Висновок.....	56
ВИСНОВКИ	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	58

ДОДАТОК А. Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	60
ДОДАТОК Б. Інструкція користувача	61
ДОДАТОК В. Лістинг програми	62
ДОДАТОК Г. Ілюстративна частина	66
ДОДАТОК Д. Довідка про впровадження	72

ВСТУП

Актуальність теми. Створення та підтримка оптимальних параметрів мікроклімату як у виробничих приміщеннях так і у побуті насамперед визначається санітарно-гігієнічними та технологічними вимогами, оскільки відхилення параметрів мікроклімату від нормативних показників, призводить до порушень протікання технологічних процесів в різноманітних галузях промислової індустрії та негативно впливає на самопочуття працівників. До основних параметрів мікроклімату відносять температуру, відносну вологість, швидкість руху повітря.

Потрібно зауважити, що за активної діяльності людей у приміщеннях склад повітря змінюється. Це призводить до його забруднення, оскільки у навколишнє середовище при диханні та, випаровуючись через шкіру людей, виділяються шкідливі газоподібні забруднювачі: сірководень, аміак, ацетон, вуглекислий газ та інші домішки. Вуглекислий газ або двоокис вуглецю – CO_2 відносять до особливо шкідливих газів, які за достатньої концентрації негативно впливають на організм людини.

Натепер спостерігається швидкий розвиток науки і техніки в усіх галузях промислової індустрії, а особливо в галузі створення програмного забезпечення для аналізу показників мікроклімату. Таке програмне забезпечення, у поєднанні з найрізноманітнішими пристроями набувають великої популярності.

Тому розробка програмного модуля управління кліматом в кімнаті (температури, відносної вологості та концентрації CO_2) на основі платформи Arduino є актуальним та має практичне значення.

Метою дослідження є розширення функціональних можливостей програмного забезпечення для управління параметрами клімату в кімнаті на основі платформи Arduino.

Об'єкт дослідження є процес управління кліматом в кімнаті.

Предметом дослідження є програмні та апаратні засоби управління кліматом в кімнаті.

Задачі дослідження:

1. Обґрунтувати доцільність розробки програмного модуля управління кліматом в кімнаті;
2. Розробити програмний модуль управління кліматом в кімнаті на основі платформи Arduino;
3. Програмно реалізувати модуль управління кліматом в кімнаті на основі платформи Arduino;
4. Виконати тестування програми та провести аналіз отриманих результатів.

1 ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ УПРАВЛІННЯ КЛІМАТОМ В КІМНАТІ

Відомо, що мікроклімат приміщень має велике значення для комфорту, здоров'я і продуктивності людей, що перебувають у них. Забезпечення оптимальних умов мікроклімату в приміщеннях є важливою задачею [2].

Платформа Arduino, яка базується на мікроконтролері, надає можливість розробки програмно-апаратних комплексів для контролю різних параметрів мікроклімату. Використання Arduino дозволяє реалізувати функціональні системи контролю температури, вологості та інших параметрів зручним і ефективним способом [3].

Для контролю параметрів мікроклімату можна використовувати різні датчики, такі як термометри, гігromетри та інші, які вимірюють відповідні показники. Зібрані дані можна обробляти і аналізувати за допомогою програмного забезпечення, розробленого для платформи Arduino [4].

Розглянемо відомі реалізації програмно-апаратних комплексів для контролю параметрів мікроклімату.

1.1 Огляд відомих технологій для контролю параметрів клімату в приміщеннях

Нині найкращими виробниками комплексів для контролю параметрів мікроклімату за підсумками аналізу пропозицій ринку належать:

Нана – Німецький виробник, що спеціалізується на випуску різноманітних аксесуарів, призначених як для комп'ютерів і побутової техніки, так і для фото-, аудіо- і відеотехніки (рис. 1.1). Більшу частину асортиментів становлять різні дрібні, але дуже корисні речі, без яких часто буває важко обійтися [5].



Рисунок 1.1 – НАМА Термометр LCD Silver

До переваг можна віднести те, що в приладі є функції таймера та будильника. До недоліків відносять: відсутнє вимірювання вологості та рівня CO₂, немає датчика руху, що унеможлиблює роботу в енергозощадженому режимі.

Stadler Form Aktiengesellschaft (Штадлер Форм) – швейцарська компанія, основним напрямком якої є дизайн, розробка та виробництво побутової та кліматичної техніки для дому. Компанія була заснована Мартіном Штадлером (Martin Stadler) у 1998 році. Спільно з дизайнером Метті Волкером (Matti Walker), Мартін вирішив реалізувати свою ідею створення стильної техніки для дому. Компанія бере участь у виставках, присвячених інноваціям у дизайні та побутовій електроніці: IFA (Берлін), Housewares (Чикаго), Ambiente (Франкфурт), Ornaris (Цюріх та Берн) [7]. На рисунку 1.2 подано вигляд приладу від виробника Stadler Form Aktiengesellschaft.



Рисунок 1.2 – Гігрометр Stadler Form White Selina

Переваги: прилад вимірює температуру та вологість. До недоліків відносять: відсутнє вимірювання рівня CO₂, немає датчика руху, що унеможлиблює роботу в енергозощадженому режимі

Bresser – німецький бренд, продукція якого виготовляється в КНР. На неї надається гарантія терміном до двох років. Погодні станції компанії функціональні, універсальні, зручні в застосуванні і точні в показаннях. Вони вимірюють температуру і рівень вологи як всередині приміщень, так і зовні, на вулиці. Зовнішні датчики підключаються до основного блоку без проводів, що спрощує їх експлуатацію, і передають інформацію на відстані до 30 м. Головні переваги товарів цієї фірми – невелика вага, якісні корпуси, висока швидкість реакції на зміни погоди [8]. На рисунку 1.3 зображений вигляд приладу від виробника Bresser.



Рисунок 1.3 – Термометр-гігрометр Bresser Temeo Hygro indicator

Переваги: прилад вимірює температуру та вологість. До недоліків відносять: відсутнє вимірювання рівня CO₂, немає датчика руху, що унеможлиблює роботу в енергозощадженому режимі.

TFA Dostmann GmbH Co – ще один німецький виробник в цьому рейтингу, який випускає одні з кращих цифрових метеостанцій на ринку. Його вимірювальні прилади призначені в основному для домашнього застосування. Їх ключові

особливості – відсутність проводів у більшості моделей, наявність різних індикаторів: включеного будильника, прийому радіосигналу, відображення даних в приміщенні. Вони мають круглу або прямокутну форму, досить великий дисплей. За допомогою пристроїв компанії вологість визначається як в приміщенні, так і на вулиці [9]. На рисунку 1.4 подано вигляд приладу від виробника TFA.



Рисунок 1.4 – Термогігрометр TFA

Переваги: прилад вимірює температуру та вологість. Є відображення піктограми комфорту. До недоліків відносять: відсутнє вимірювання рівня CO₂, немає датчика руху, що унеможливорює роботу в енергозощадженому режимі.

Oregon Scientific – американська компанія, заснована в США в 1989 році. Виробник є експертом в області розробки і випуску «розумних» приладів для будинку. На його рахунку 35 представництв по всьому світу, а також 30 000 точок продажів готової продукції. Погодні цифрові станції під цим брендом випускаються в формі будильника і рації, і, в залежності від моделі, оснащуються яскравим підсвічуванням. З їх допомогою вдається не тільки дізнатися поточну вологість і атмосферний тиск, а й отримати прогноз у вигляді анімованих піктограм на найближчі 12÷24 години. Точність цих результатів складає приблизно 95% [10].

На рисунку 1.5 подано вигляд приладу від виробника Oregon Scientific.



Рисунок 1.5 – Термометр OREGON Scientific EW 91

Переваги: прилад вимірює температуру. До недоліків відносять: відсутнє вимірювання рівня CO₂, немає датчика руху, що унеможливорює роботу в енергозощадженому режимі.

First – австрійський бренд, під яким випускаються товари для обробки і приготування продуктів, для догляду за одягом, волоссям, тілом, різна аудіо- і відеотехніка, а також цифрові метеостанції. Його прилади виконують одночасно завдання барометра, термометра, гігрометра, вимірюючи атмосферний тиск і вологість за вікном і в приміщенні. Вони мають один з найбільших радіусів дії датчика – до 60 м, відображають день тижня, дату, час, дозволяють вибрати формат часу між 12 і 24 годинами [11].

На рисунку 1.6 показний вигляд приладу від виробника First.



Рисунок 1.6 – Термометр / барометр FIRST Austria FA-2460-1

Переваги: прилад вимірює температуру та вологість. Прилад має годинник, будильник та календар. Недоліки: відсутнє вимірювання рівня CO₂, немає датчика руху, що унеможлиблює роботу в енергозощадженому режимі.

Uniel – виробник світло- і електротехнічної продукції, в каталозі якого також можна знайти одні з кращих домашніх метеостанцій для побутового застосування. Вони вимірюють температуру всередині приміщень в діапазоні від 0 до +70 градусів, на вулиці – від 40 до +70 градусів. Прилади фірми роблять прогноз погоди, вказують на можливі опади у вигляді анімованих графіків, дозволяють зберігати максимальні і мінімальні значення у внутрішній пам'яті. Їх оснащують вбудованим будильником з можливістю затримки сигналу, а також годинами з двома форматами на вибір: 12 і 24 годин [12].

На рисунку 1.7 показний вигляд приладу від виробника Uniel.



Рисунок 1.7 – Термометр/барометр Uniel UTV-41

Переваги: прилад вимірює температуру та має годинник. До недоліків відносять: відсутнє вимірювання вологості та рівня CO₂, немає датчика руху, що унеможлиблює роботу в енергозощадженому режимі.

Meteo guide – спеціалізується на виробництві і реалізації механічних і цифрових метеоприладів за доступними цінами, що застосовуються як у побутовій, так і в професійній сфері. Метеостанції цієї торгової марки стежать за змінами рівня вологи і атмосферного тиску, автоматично фіксують в пам'яті мінімальні і максимальні значення, сигналізують про ризик заморозків та ожеледиці, при критично холодному повітрі. Пристрої компанії мають яскраве підсвічування, а

деякі навіть два режими її роботи. Вони виводять на екран графік зміни артеріального тиску за останню добу, які легко інтерпретуються і не професійними синоптиками [13].

На рисунку 1.8 показний вигляд приладу від виробника Meteo guide. Переваги: прилад вимірює температуру як в приміщенні так і зовні. В приладі є годинник, будильник та календар. Недоліки: відсутнє вимірювання вологості та рівня CO₂, немає датчика руху, що унеможлиблює роботу в енергозощадженому режимі.



Рисунок 1.8 – Термометр Meteo guide MG 01202

Для наочного подання, результати порівняння декількох цих розробок наведені в таблицю 1.1 [1].

З таблиці 1.1 видно, що існуючі прилади контролю параметрів мікроклімату не в повному обсязі забезпечують вимірювання параметрів фізичних величин. В розроблюваному програмно-апаратному комплексі врахованим буде вимірювання температури, відносної вологості, CO₂ та індикація показників вимірювання.

Таблиця 1.1 – Характеристика приладів для контролю показників клімату у приміщенні

	Термометр Meteo guide MG 01202	Термогігрометр Hama TH-50 Black [4]	Цифровий термогігрометр Stadler Form Selina little black S-081 [6]
Вимірювання відносної вологості	+	+	+
Вимірювання рівня CO ₂	-	-	-
Вимірювання температури	+	+	+
Індикація показників вимірювання	-	-	-

1.2 Формулювання вимог та постановка задачі

На основі аналізу існуючих рішень була сформульована задача роботи, а також були визначені вимоги до розроблюваної системи. Задачею цієї роботи є розробка програмно-апаратного комплексу для контролю параметрів клімату на основі платформи Arduino.

Метою розробки є створення зручного та ефективного засобу контролю параметрів мікроклімату в приміщеннях на основі платформи Arduino. Комплекс має забезпечувати зчитування інформації з датчиків температури, вологості, вмісту вуглекислого газу.

На основі зібраних даних, програмно-апаратний комплекс має здійснювати аналіз параметрів мікроклімату та показувати чи значення знаходяться в нормі.

Розроблений комплекс обов'язково має містити такі складові:

а) система має отримувати показники про мікроклімат з метеорологічних датчиків;

- б) система має виводити актуальні показники про мікроклімат на дисплей;
- в) система має оповіщати про те, чи показники знаходяться в нормі;
- г) застосування основних принципів робототехніки;

д) дотримання технології модульного програмування, бажано фрагменти коду, що мають певне самостійне значення, оформляти у вигляді процедур та функцій, це дозволить покращити розуміння програми і вміння коректно і грамотно користуватись основними прийомами програмування;

е) реалізація дружнього інтерфейсу: використання вкладок з відповідним набором елементів керування для розуміння, які функції ці елементи реалізують.

Крім того, потрібно розробити супроводжувальну документацію до використання програмно-апаратного комплексу.

Розробка буде мати вигляд, який показаний на рисунку 1.9.

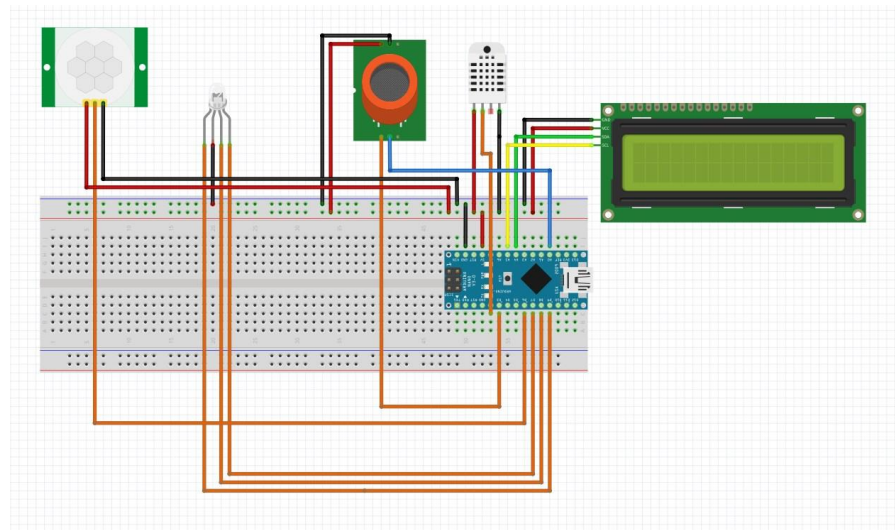


Рисунок 1.9 Монтажна схема модуля контролю параметрів клімату на основі платформи Arduino

1.3 Висновок

На основі аналізу літературних джерел встановлено, що існуючі прилади для контролю параметрів мікроклімату не в повному обсязі забезпечують вимірювання параметрів фізичних величин.

Отже, розробка програмно-апаратного комплексу для контролю параметрів клімату на основі платформи Arduino є актуальною і важливою задачею для забезпечення комфорту та здоров'я людей, що перебувають у приміщеннях.

Розроблюваний програмно-апаратний комплекс для контролю параметрів клімату буде зручним в застосуванні, оскільки його можна встановлювати як усередині приміщення, так і на відкритому повітрі. Він матиме можливість підключення до живлення від комп'ютера або будь-якого джерела електроживлення, а також може працювати у режимі автономної роботи за допомогою батарейок. Це дозволить комплексу функціонувати як при підключенні до стаціонарного джерела електроживлення, так і у ситуаціях, коли немає доступу до мережі електропостачання. Крім того, в розробці передбачено зчитування та виведення вимірювання при спрацюванні датчика руху, тому дані завжди будуть актуальними.

2 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ УПРАВЛІННЯ КЛІМАТОМ В КІМНАТІ

2.1 Розробка загальної структурної схеми комплексу для управління кліматом в кімнаті на основі платформи Arduino

На рисунку 2.1 зображена загальна структурна схема програмно-апаратного комплексу для управління кліматом в кімнаті на основі платформи Arduino. Яка собою представляє: мікроконтролер, датчик руху, датчики параметрів мікроклімату, дисплей і світлодіод для виведення інформації.

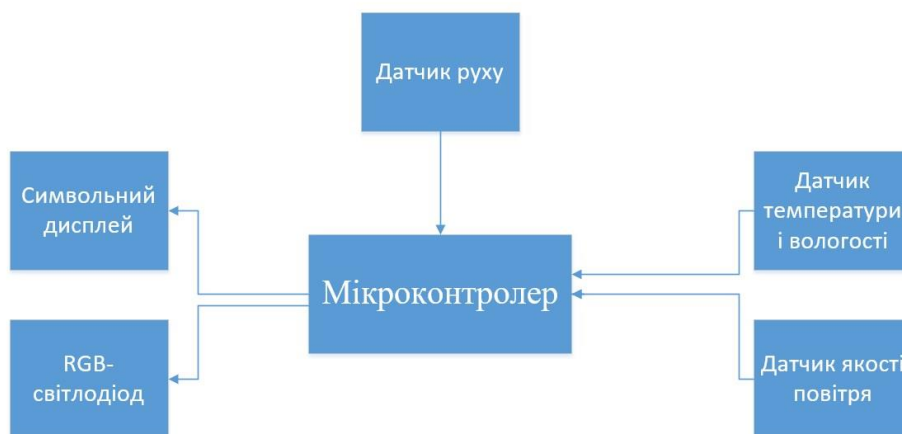


Рисунок 2.1 – Загальна структурна схема функціонування програмно-апаратного модуля управління кліматом в кімнаті

Датчики температури, вологості та якості повітря передають значення відповідних фізичних величин на мікроконтролер. Датчик руху передає чи є рух в зоні дії цього датчика. Символьний дисплей та світлодіод слугує для інформування користувача потрібною інформацією. Для прикладу, на дисплей виводиться значення температури в градусах Цельсія, яке передав датчик температури, а світлодіод показує чи ці значення знаходяться в нормі.

2.2 Розробка UML-діаграми класів

UML – уніфікована мова моделювання, використовується у парадигмі об'єктно-орієнтованого програмування. Вона є невід'ємною частиною уніфікованого процесу розробки програмного забезпечення. UML є мовою широкого профілю, це відкритий стандарт, що використовує графічні позначення для створення абстрактної моделі системи, яка називається UML-моделлю. UML був створений для визначення, візуалізації, проектування й документування в основному програмних систем. UML не є мовою програмування, але в засобах виконання UML-моделей як інтерпретованого коду можлива кодогенерація.

Одне із завдань UML – служити засобом комунікації всередині команди та при спілкуванні з замовником [14].

Розглянемо можливі варіанти використання діаграм:

- Проектування. UML-діаграми стануть у пригоді при моделюванні архітектури великих проектів, в якій можна зібрати як великі, так і дрібніші деталі і намалювати каркас (схему) програми. По ньому пізніше буде будуватись код.

- Реверс-інжиніринг – створення UML-моделі з існуючого коду додатку, зворотна побудова. Може застосовуватися, наприклад, на проектах підтримки, де є написаний код, але документація неповна або відсутня.

- З моделей можна витягувати текстову інформацію і генерувати відносно читабельні тексти – документувати. Текст і графіка будуть доповнювати один одного.

В мові UML є 12 типів діаграм:

- 4 типи діаграм представляють статичну структуру додатку;
- 5 типів представляють поведінкові аспекти системи;
- 3 представляють фізичні аспекти функціонування системи (діаграми реалізації).

Для реалізацій розробки обрано 3 UML діаграми:

- діаграма послідовності;
- діаграма станів;

- діаграма комунікації.

На рисунку 2.2 зображена UML діаграма комунікації програмно-апаратного комплексу.



Рисунок 2.2 – UML діаграма комунікації програмно-апаратного модуля управління кліматом на основі платформи Arduino

На рисунку 2.3 зображена UML діаграма станів програмно-апаратного комплексу управління кліматом в кмнаті.

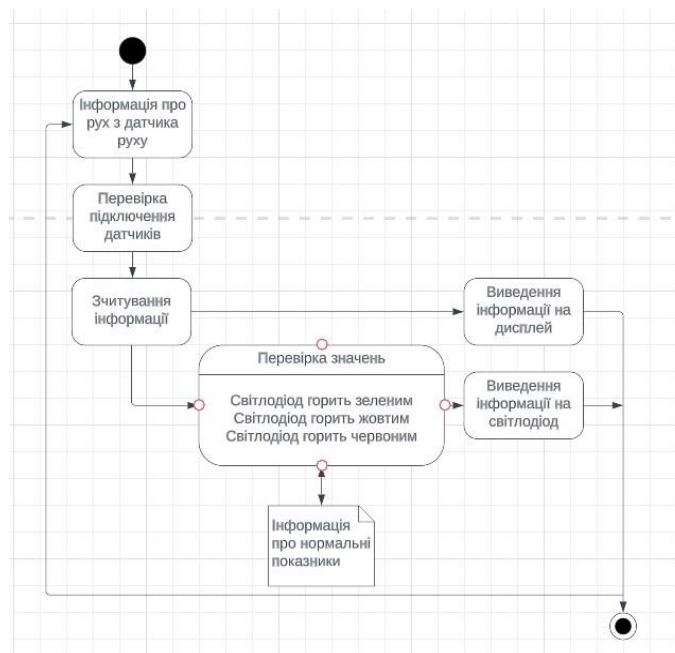


Рисунок 2.3 – UML діаграма станів програмно-апаратного модуля управління кліматом на основі платформи Arduino

На рисунку 2.4 зображена UML діаграма послідовності програмно-апаратного комплексу управління кліматом в кімнаті на основі платформи Arduino.

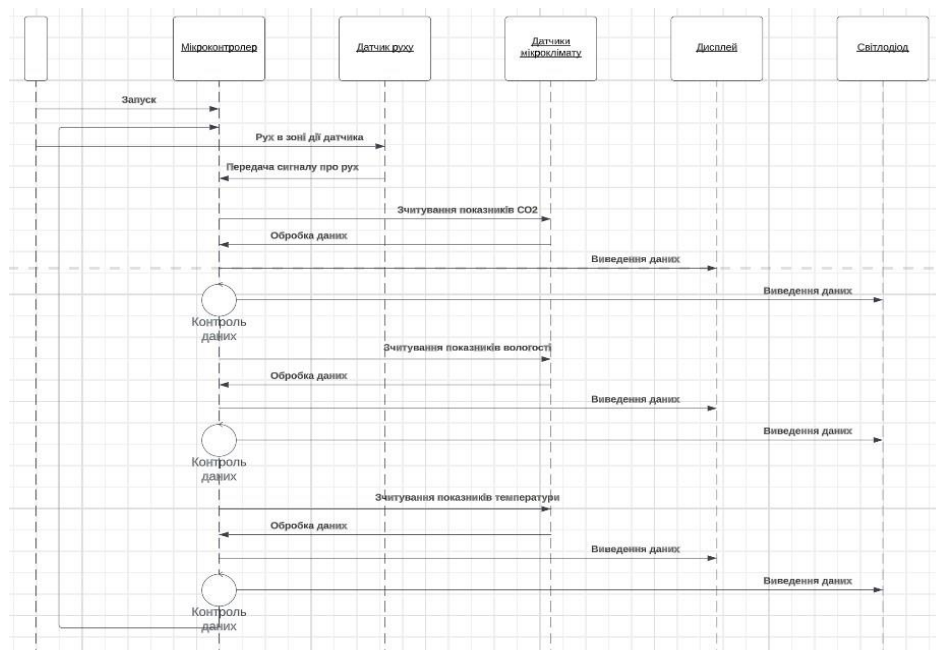


Рисунок 2.4 – UML діаграма послідовності програмно-апаратного модуля управління кліматом в кімнаті на основі платформи Arduino

UML-діаграма комунікації дозволяє набагато швидше отримати інформацію про структуру комунікації та стан майбутніх об'єктів, дізнатись про поведінку таких об'єктів. UML-діаграму станів та послідовність станів і переходів в сукупності характеризують поведінку програмно-апаратного комплексу, що моделюється, протягом усього її життєвого циклу. UML-діаграму послідовності відображає задіяні об'єкти та послідовність надісланої інформації.

2.3 Розробка алгоритмів функціонування програмного модуля управління кліматом в кімнаті на основі платформи Arduino

Для розробки алгоритма роботи програмно-апаратного комплексу управління кліматом обрано схематичний спосіб опису алгоритму.

Такий спосіб опису передбачає опис алгоритму за допомогою структурних блоків. Великою перевагою є те, що потрібно лише один раз розробити схему та подати її програмісту.

Алгоритм роботи розробки подано на рисунку 2.5.

I випадок

Алгоритм у випадку коли є рух у зоні на який направлений датчик складається з таких кроків:

Крок 1. Вимірювання даних з датчика якості повітря.

Крок 2. Виведення на дисплей значень про якість повітря. Порівнювання показників з встановленими нормами та виведення на світлодіод чи показники знаходяться в нормі.

Крок 3. Вимірювання даних з датчика якості повітря.

Крок 4. Виведення на дисплей значень вологості. Порівнювання показників з встановленими нормами та виведення на світлодіод чи показники знаходяться в нормі.

Крок 5. Вимірювання даних з датчика якості повітря.

Крок 6. Виведення на дисплей значень температури. Порівнювання показників з встановленими нормами та виведення на світлодіод чи показники знаходяться в нормі.

Крок 7. Повернення до початкової умови, а саме, чи є рух у зоні дії датчика руху.

II випадок

Алгоритм у випадку коли немає руху у зоні на який направлений датчик складається з таких кроків:

Крок 1. Виключення символьного дисплею.

Крок 2. Виключення світлодіода.

Крок 3. Повернення до початкової умови, а саме, чи є рух у зоні дії датчика руху.

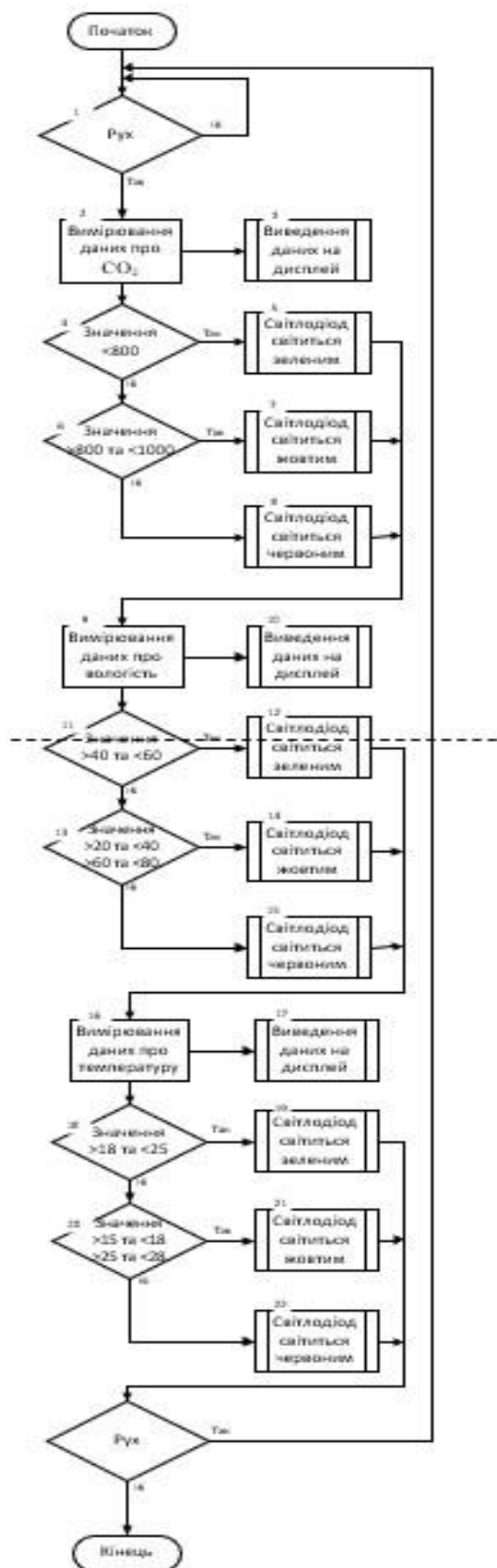


Рисунок 2.5 – Схема алгоритму роботи програмно-апаратного модуля управління кліматом на основі платформи Arduino

2.4 Висновок

У цьому розділі проаналізовано та сформовано основні вимоги до програмного та апаратного забезпечення розроблюваного програмного модуля управління кліматом в кімнаті на основі платформи Arduino.

Розроблено структуру програмно-апаратного модуля управління кліматом в кімнаті на основі платформи Arduino за допомогою якої спрощується розробка. В програмно-апаратному комплексі буде представлено такі модулі: мікроконтролер, датчик руху, датчик якості повітря, датчик температури та вологості, символьний дисплей, RGB-світлодіод.

В роботі представлено UML-діаграму комунікації та описано комунікацію користувача з програмно-апаратним комплексом. Візуалізація комунікації у вигляді діаграм комунікації, дозволяє набагато швидше отримати інформацію про структуру комунікації та стан майбутніх об'єктів, дізнатись про поведінку таких об'єктів.

Розроблено UML-діаграму станів та описано послідовність станів і переходів, які в сукупності характеризують поведінку програмно-апаратного модуля.

Розроблено UML-діаграму послідовності та описано взаємодію об'єктів впорядкованих за часом. Зокрема, така діаграма відображає задіяні об'єкти та послідовність надісланої інформації.

Крім того, розроблено схему алгоритму функціонування програмно-апаратного модуля управління кліматом в кімнаті на основі платформи Arduino.

3 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МОДУЛЯ УПРАВЛІННЯ КЛІМАТОМ В КІМНАТІ

3.1 Обґрунтування вибору платформ для розробки

Для розробки програмно-апаратного модуля використовувалося програмне середовище Arduino IDE.

Arduino – це ефективний засіб розробки програмованих електронних пристроїв, які, на відміну від персональних комп'ютерів, орієнтовані на тісну взаємодію з навколишнім світом. Arduino – це відкрита програмована апаратна платформа для роботи з різними фізичними об'єктами і являє собою просту плату з мікроконтролером, а також спеціальне середовище розробки для написання програмного забезпечення мікроконтролера [15].

Arduino може використовуватися для розробки інтерактивних систем, керованих різними датчиками і перемикачами. Такі системи, в свою чергу, можуть управляти роботою різних індикаторів, двигунів та інших пристроїв. Проекти Arduino можуть бути як самостійними, так і взаємодіяти з програмним забезпеченням, що працює на персональному комп'ютері (наприклад, додатками Flash, Processing, MaxMSP). Будь-яку плату Arduino можна зібрати вручну або ж купити готовий пристрій; Середовище розробки для програмування такої плати має відкритий вихідний код і повністю безкоштовна.

Існує безліч інших мікроконтролерів і мікропроцесорних пристроїв, призначених для програмування різних апаратних засобів: Parallax Basic Stamp, Netmedia's BX-24, Phidgets, MIT's Handyboard і багато інших. Всі ці пристрої пропонують схожу функціональність і покликані звільнити користувача від необхідності заглиблюватися в дрібні деталі внутрішнього устрою мікроконтролерів, надавши йому простий і зручний інтерфейс для їх програмування.

Arduino також спрощує процес роботи з мікроконтролером, але на відміну від інших систем надає ряд переваг для викладачів, студентів і радіоаматорів:

- Низька вартість. У порівнянні з схожими апаратними платформами, плати Arduino мають відносно низьку вартість: готові модулі Arduino коштують не дорожче 50 \$, а можливість зібрати плату вручну дозволяє максимально заощадити кошти і отримати Arduino за мінімальну ціну;

- Кросплатформеність. Програмне забезпечення Arduino працює на операційних системах Windows, Macintosh OSX і Linux, в той час, як більшість подібних систем орієнтовані на роботу тільки в Windows.

- Просте та зручне середовище програмування. Середовище програмування Arduino зрозуміле і просте для початківців, але при цьому досить гнучке для досвідчених користувачів. Воно ґрунтується на середовищі програмування Processing, що може бути зручно для викладачів. Завдяки цьому, студенти, які вивчають програмування в середовищі Processing, зможуть легко освоїти Arduino.

- Розширюване програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом. Програмне забезпечення Arduino має відкритий вихідний код, завдяки цьому досвідчені програмісти можуть змінювати і доповнювати його. Можливості мови Arduino можна також розширювати за допомогою C++ бібліотек. Завдяки тому, що він заснований на мові AVR C, просунуті користувачі, охочі розібратися в технічних деталях, можуть легко перейти з мови Arduino на C або вставляти ділянки AVR- C коду безпосередньо в програми Arduino.

- Розширюване відкрите апаратне забезпечення. Пристрої Arduino побудовані на базі мікроконтролерів Atmel ATmega8 і ATmega168. Завдяки тому, що всі схеми модулів Arduino опубліковані під ліцензією Creative Commons, досвідчені інженери і розробники можуть створювати свої версії пристроїв на основі існуючих. І навіть звичайні користувачі можуть збирати дослідні зразки Arduino для кращого розуміння принципів їх роботи і економії коштів[16].

Arduino Nano – це повнофункціональний мініатюрний пристрій на базі мікроконтролера ATmega328 (Arduino Nano 3.0) або ATmega168 (Arduino Nano

2.x), адаптований для використання з макетної плати. За функціональністю пристрій схожий на Arduino Duemilanove, і відрізняється від нього розмірами,

відсутністю роз'єму живлення, а також іншим типом (Mini-B) USB-кабелю. Arduino Nano розроблено і випускається фірмою Gravitech [17].

Arduino Nano може житися через кабель Mini-B USB, від зовнішнього джерела живлення з нестабілізованою напругою $6\div 20$ В (через вивід 30) або зі стабілізованою напругою 5 В (через вивід 27). Пристрій автоматично вибирає джерело живлення з більшою напругою.

Напруга на мікросхему FTDI FT232RL подається тільки в разі живлення Arduino Nano через USB. Тому при живленні пристрою від інших зовнішніх джерел (НЕ USB), вихід 3,3 В (формований мікросхемою FTDI) буде неактивний, в результаті чого світлодіоди RX і TX можуть мерехтіти при наявності високого рівня сигналу на виводах 0 і 1.

Обсяг пам'яті програм мікроконтролера ATmega168 становить 16 кБ (з них 2 кБ використовуються завантажувачем); в ATmega328 – цей обсяг становить 32 кБ (з яких 2 кБ також відведені під завантажувач). Крім цього, ATmega168 має 1 кБ оперативної пам'яті SRAM і 512 байт EEPROM (для взаємодії з якої служить бібліотека EEPROM); а мікроконтролер ATmega328 – 2 кБ SRAM і 1 кБ EEPROM.

З використанням функцій `pinMode ()`, `digitalWrite ()` і `digitalRead ()` кожен з 14 цифрових виводів Arduino Nano може працювати в якості входу або виходу. Робоча напруга виводів – 5 В. Максимальний струм, який може віддавати або споживати один вивід, становить 40 мА. Всі виводи пов'язані з внутрішніми резисторами (за умовчанням відключеними) номіналом $20\div 50$ кОм.

Крім основних, деякі виводи Arduino можуть виконувати додаткові функції:

- Послідовний інтерфейс: виводи 0 (RX) і 1 (TX). Використовуються для отримання (RX) і передачі (TX) даних по послідовному інтерфейсу. Ці виводи з'єднані з відповідними виводами мікросхеми-перетворювача USB-UART від FTDI.
- Зовнішні переривання: виводи 2 і 3. Ці виводи можуть бути налаштовані в якості джерел переривань, що виникають при різних умовах: при низькому рівні сигналу, по фронту, по спаду або при зміні сигналу.
- ШІМ: виводи 3, 5, 6, 9, 10 і 11. За допомогою функції `analogWrite ()` можуть виводити 8-бітові аналогові значення в вигляді ШІМ-сигналу.

- Інтерфейс SPI: виводи 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Дані виводи дозволяють здійснювати зв'язок по інтерфейсу SPI. У пристрої реалізована апаратна підтримка SPI, проте на даний момент мова Arduino поки її не підтримує.

- Світлодіод: вивід 13. Вбудований світлодіод, приєднаний до цифрового виводу 13. При відправці значення HIGH світлодіод включається, при відправці LOW — вимикається. В Arduino Ethernet є 8 аналогових входів, кожен з яких може уявити аналогову напругу у вигляді 10-бітного числа (1024 різних значення). За умовчанням, вимір напруги здійснюється щодо діапазону від 0 до 5 В. Проте, верхню межу цього діапазону можна змінити, використовуючи вивід AREF і функцію `analogReference()`. Крім цього, деякі з виводів мають додаткові функції:

- I2C: вивід 4 (SDA) і 5 (SCL). З використанням бібліотеки `Wire` (документація на веб-сайті `Wiring`) дані виводи можуть здійснювати зв'язок по інтерфейсу I2C (TWI). Крім перерахованих на платі існує ще кілька виводів:

- AREF. Опорна напруга для аналогових входів. Може бути задіяний функцією `analogReference()`.

- Reset. Формування низького рівня (LOW) на цьому висновку призведе до перезавантаження мікроконтролера. Зазвичай цей вивід служить для функціонування кнопки скидання на платах розширення[18].

Arduino Nano надає ряд можливостей для здійснення зв'язку з комп'ютером, ще одним Arduino або іншими мікроконтролерами. У ATmega168 і ATmega328 є приймач UART, що дозволяє здійснювати зв'язок з послідовним інтерфейсів за допомогою цифрових виводів 0 (RX) і 1 (TX). Мікросхема FTDI FT232RL забезпечує зв'язок приймача з USB-портом комп'ютера, і при підключенні до ПК дозволяє Arduino визначатися як віртуальний COM-порт (драйвера FTDI включені в пакет програмного забезпечення Arduino). У пакет програмного забезпечення Arduino також входить спеціальна програма, що дозволяє зчитувати і відправляти на Arduino прості текстові дані. При передачі даних комп'ютера через USB на платі будуть мигати світлодіоди RX і TX. (При послідовній передачі даних за допомогою виводів 0 і 1 дані світлодіоди задіюються) [19].

Бібліотека `SoftwareSerial` дозволяє реалізувати послідовну зв'язок на будь-яких цифрових виводах `Arduino Nano`.

У мікроконтролерах `ATmega328` і `ATmega168` також реалізована підтримка послідовних інтерфейсів `I2C (TWI)` і `SPI`. У програмне забезпечення `Arduino` входить бібліотека `Wire`, що дозволяє спростити роботу з шиною `I2C` [20].

3.2 Обґрунтування вибору мови програмування

`C++` — універсальна мова програмування високого рівня з підтримкою декількох парадигм програмування. Зокрема: об'єктно-орієнтованої та процедурної.

При створенні `C++` прагнули зберегти сумісність з мовою `C`. Більшість програм на `C` справно працюватимуть і з компілятором `C++`. `C++` має синтаксис, заснований на синтаксисі `C`.

Нововведеннями `C++` порівняно з `C` є:

- підтримка об'єктно-орієнтованого програмування через класи;
- підтримка узагальненого програмування через шаблони;
- доповнення до стандартної бібліотеки;
- додаткові типи даних;
- обробка винятків;
- простори імен;
- вбудовані функції;
- перевантаження операторів;
- перевантаження імен функцій;
- посилення і оператори управління вільно розподіленою пам'яттю.

`C++` додає до `C` об'єктно-орієнтовані можливості. Він вводить класи, які забезпечують три найважливіші властивості ООП: інкапсуляцію, успадкування і поліморфізм [21].

3.3 Основні оператори мови програмування для розробки програмного модуля управління кліматом в кімнаті

Для створення програмно-апаратного модуля управління кліматом використовувалися такі основні оператори як:

- логічні оператори, а саме «Логічне І» (a && b);
- оператори порівняння та відношення, а саме «Більше», «Більше або Дорівнює», «Менше», «Менше або Дорівнює»;
- оператор умови, а саме «if/else» [22].

Оператори в більшості випадків використовувалося при порівнюванні показників з нормованими значеннями. Наприклад, якщо кисень високого рівня світлодіод горить зеленим кольором, якщо середнього рівня – жовтим кольором, якщо низького рівня – червоним кольором. Реалізується це таким чином:

```
if ( gasValue < 800 )
{
    digitalWrite(R, LOW);      digitalWrite(G,
HIGH);      digitalWrite(B, LOW);
} else if ( ( gasValue > 800 ) && ( gasValue < 1000 ) )
{
    digitalWrite(R, HIGH);      digitalWrite(G,
HIGH);      digitalWrite(B, LOW);
} else
{
    digitalWrite(R, HIGH);
    digitalWrite(G, LOW);
    digitalWrite(B, LOW); }
```

3.4 Особливості середовища розробки Arduino IDE

Платформа Arduino являє собою сімейство мікроконтролерів на базі процесорів Atmel, STM і ARM. Всі мікроконтролери програмуються на мові C/C++ в середовищі розробки Arduino IDE. Велика частина плат Arduino (крім малих, таких

як *micro*, *pro mini*) мають ідентичне розташування пінів і дозволяють підключати уніфіковані сторонні модулі, названі Шілд (Shield). На всіх платах є набір цифрових і аналогових пінів, а так само інтерфейси SPI і I2C. Для роботи зі сторонніми модулями в середовищі розробки є менеджер бібліотек, куди зібрані найбільш часто використовувані для Arduino бібліотеки [23].

Arduino – апаратна обчислювальна платформа для конструювання, основними компонентами якої є плата мікроконтролера з елементами введення/виведення. Arduino може використовуватися як для створення автономних інтерактивних об'єктів, так і підключатися до програмного забезпечення, яке виконується на комп'ютері (наприклад: Processing, Adobe Flash, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider). Інформація про плату (рисунок друкованої плати, специфікації елементів, програмне забезпечення) знаходяться у відкритому доступі.

IDE (інтегроване середовище розробки) – це спеціальна програма, що працює на вашому комп'ютері і дозволяє вам писати скетчі для плати Arduino. Коли ви натиснете кнопку вивантаження скетчу на плату, то код, який ви написали, буде транслюватися в мову C/C++, потім буде переданий компілятору *avr-gcc*, який і проведе фінальну трансляцію в код, зрозумілий мікроконтролеру [24].

Цикл програмування Arduino спрощено виглядає так:

- Підключіть вашу плату до USB-порту свого комп'ютера;
- Напишіть програму-скетч;
- Вивантажуйте цей скетч на плату через USB-з'єднання і зачекайте кілька секунд для перезапуску плати;
- Плата виконає написаний вами скетч.

На рисунку 3.1 зображений інтерфейс середовища розробки Arduino IDE. Зверху йдуть ім'я файлу та версія Arduino IDE.

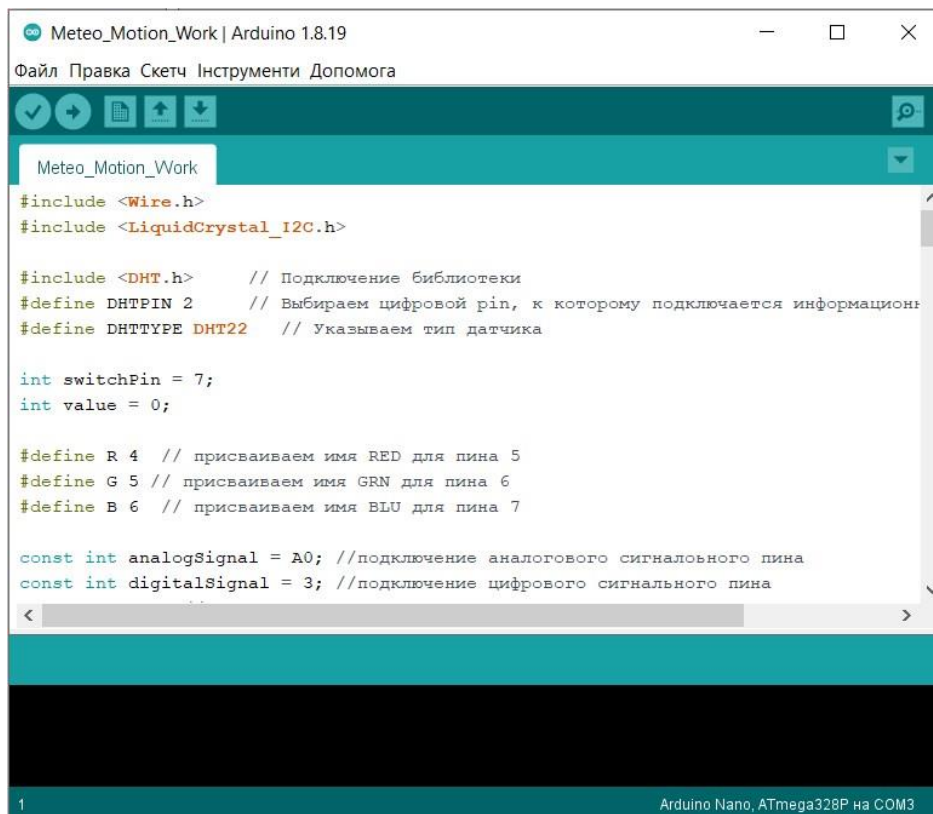


Рисунок 3.1 – Программный интерфейс середовища розробки Arduino IDE

На рисунке 3.2 зображений рядок головного меню середовища розробки Arduino IDE. Який включає 5 інструментів: файл, правка, скетч, інструменти, допомога.

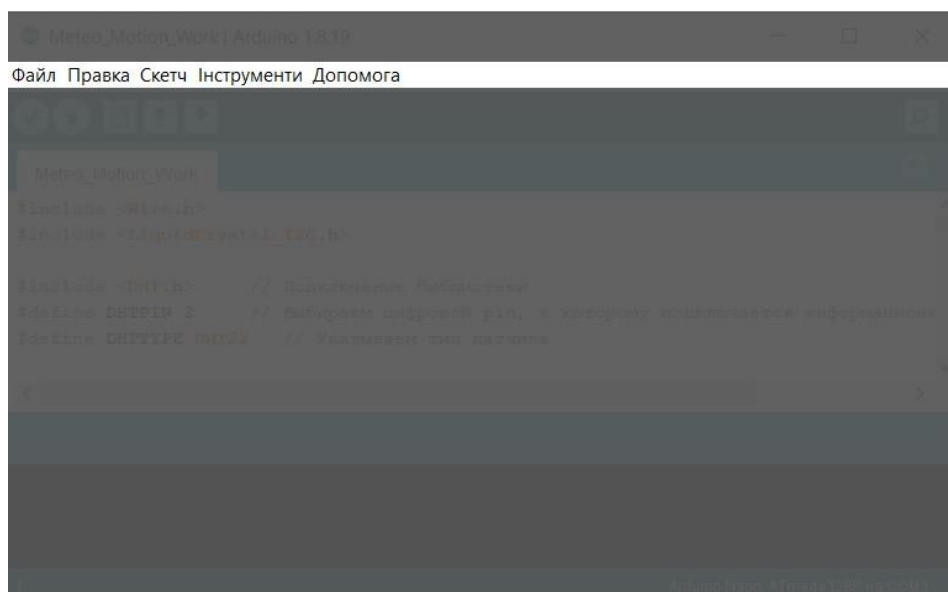


Рисунок 3.2 – Рядок головного меню середовища розробки Arduino IDE

При натисканні кнопки «Файл» на панелі меню, з'являється розкритий список, який показано на рисунку 3.3.

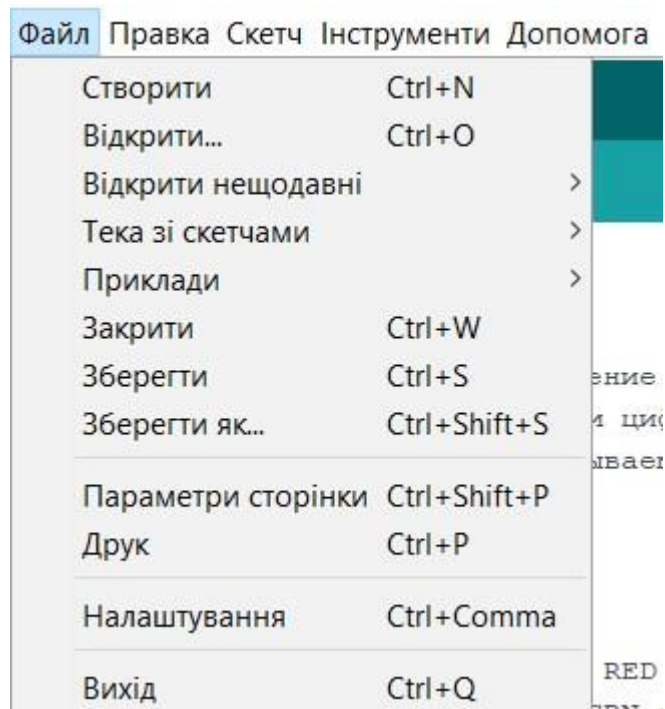


Рисунок 3.3 – Розкритий список інструменту «Файл», середовища розробки Arduino IDE

Розглянемо кожен пункт детально:

- Створити: відкриває нове вікно, але не закриває вже існуюче;
- Відкрити: дозволяє відкрити файл, який можна переглядати з папок комп'ютера;
- Відкрийте нещодавні: кнопка «Відкрити нещодавні» містить список останніх скетчів;
- Тека зі скетчами: зберігає поточні скетчі, створені в програмному забезпеченні Arduino IDE. Відкриває вибраний скетч або код у новому вікні;
- Приклади: показує різні приклади малих проектів для кращого розуміння IDE та плати;
- Закрити: закриває вікно, у якому натиснуто кнопку;

- Зберегти: використовується для збереження поточного ескізу. Він також зберігає зміни, внесені до поточного скетчу. Якщо ми не вказали назву файлу та місце збереження, відкриється вікно «Зберегти як...»;
- Зберегти як...: можемо зберегти скетч під іншим ім'ям та місцем збереження;
- Параметри сторінки: дозволяє встановити поля сторінки, орієнтацію та розмір для друку;
- Друк: відповідно до параметрів, указаних у «Параметрах сторінки», він готує поточний ескіз до друку;
- Налаштування: дозволяє налаштовувати параметри Arduino IDE;
- Вийти: використовується для закриття всіх вікон IDE.

При натисканні кнопки «Правка» на панелі меню, з'являється розкритий список, який показано на рисунку 3.4 .

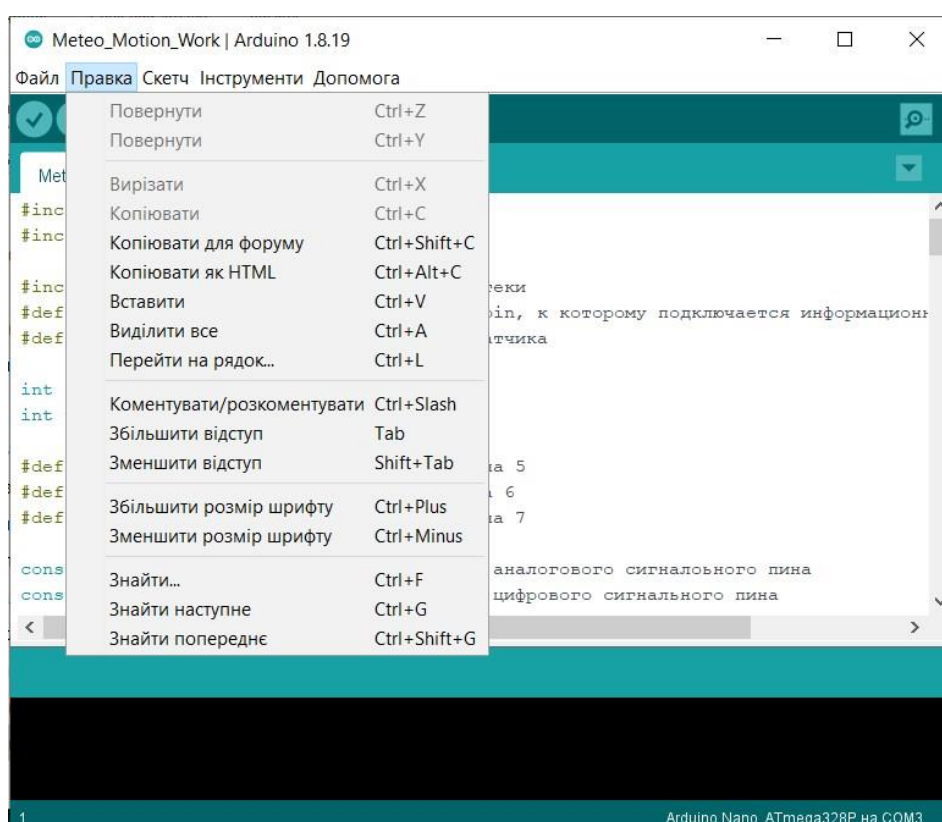


Рисунок 3.4 – Розкритий список інструменту «Правка» середовища розробки Arduino IDE

Розглянемо кожен пункт детально:

- Повернути: використовується для скасування останніх змін, внесених до скетчу під час редагування;
 - Повернути: використовується для повторення останніх змін, внесених до скетчу під час редагування;
 - Вирізати: дозволяє нам видалити виділений текст із написаного коду. Далі текст поміщається в буфер обміну. Ми також можемо вставити цей текст у будь-яке місце нашого скетчу;
 - Копіювати: створює дублікат виділеного коду. Далі текст поміщається в буфер обміну;
 - Копія для форуму: використовується для копіювання виділеного тексту в буфер обміну, який також придатний для публікації на форумі;
 - Копіювати як HTML: використовується для копіювання виділеного тексту як HTML у буфер обміну. Бажано для вбудовування в веб-сторінки;
 - Вставит: використовується для вставлення виділеного тексту з буфера обміну у вказану позицію курсору;
 - Виділити все: Виділяє весь текст скетчу;
 - Перейти на рядок...: переміщує курсор на вказаний номер рядка;
 - Коментувати/розкоментувати; використовується, щоб поставити або видалити позначку коментаря (//) на початку вказаного рядка;
 - Збільшити відступ: використовується для додавання пробілу на початку вказаного рядка. Інтервал переміщує текст праворуч;
 - Зменшити відступ: використовується для віднімання або видалення пробілу на початку вказаного рядка. Інтервал переміщує текст ліворуч;
 - Збільшити розмір шрифту: збільшує розмір шрифту написаного тексту;
 - Зменшити розмір шрифт: зменшує розмір шрифту написаного тексту;
 - Знайти...: використовується для пошуку зазначеного тексту;
 - Знайти наступне: виділяє наступне слово, яке вказано у вікні «Знайти...».
- Якщо такого слова немає, виділений текст не відображатиметься;

При натисканні кнопки «Скетч» на панелі меню, з'являється розкритий список, який показано на рисунку 3.5.

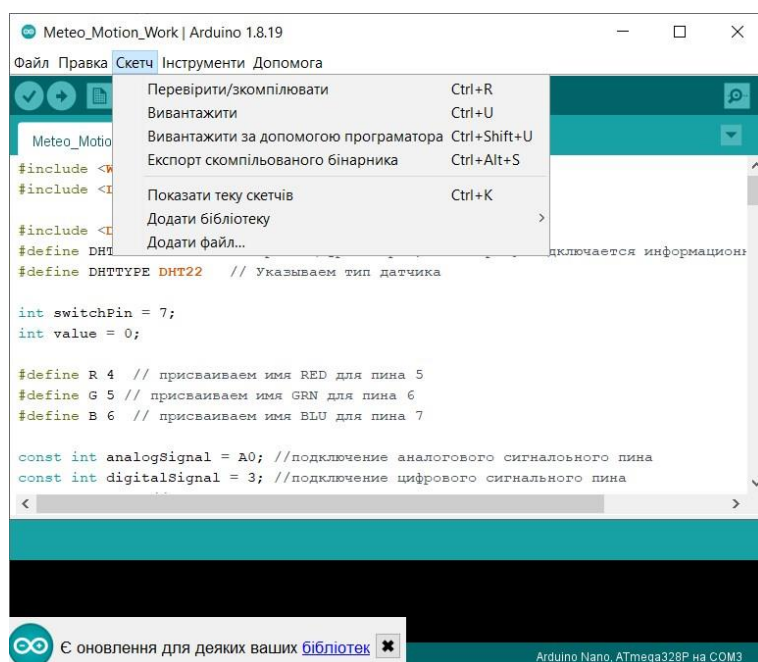


Рисунок 3.5 – Розкритий список інструменту «Скетч» середовища розробки Arduino IDE

Розглянемо кожен пункт детально:

- **Перевірити/компілювати:** перевіряє код на наявність помилок під час компіляції;
- **Вивантажити:** використовується для налаштування коду на вказану плату через порт;
- **Вивантажити за допомогою програматора:** використовується для заміни завантажувача, який присутній на платі. Ми можемо використовувати повний обсяг флеш-пам'яті за допомогою опції «Вивантажити за допомогою програматора». Щоб реалізувати це, нам потрібно відновити завантажувач за допомогою параметра Інструменти -> Записати завантажувач, щоб вивантажити його на послідовний порт US;

- Експорт скомпільованого двійкового файлу: дозволяє зберігати файл .hex і може зберігатися в архіві. Використовуючи інші інструменти, файл .hex також можна надіслати;

- Показати теку скетчів: відкриває папку з поточним написаним кодом або скетчем;

- Додати бібліотеку: включає різні бібліотеки Arduino. Бібліотеки вставляються в наш код на початку коду, починаючи з #. Ми також можемо імпортувати бібліотеки з файлу .zip;

- Додати файл...: використовується для додавання створеного файлу в нову вкладку наявного файлу.

При натисканні кнопки «Інструменти» на панелі меню, з'являється розкритий список, який показано на рисунку 3.6 .

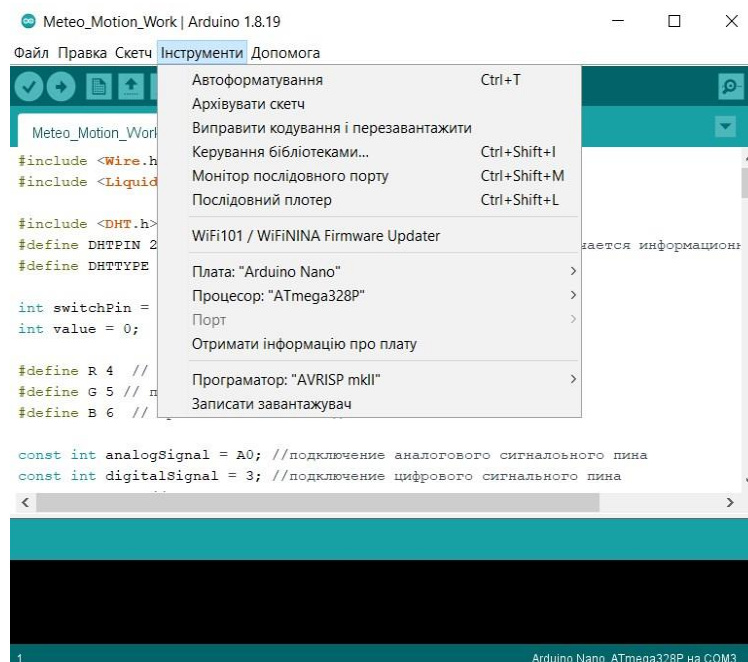


Рисунок 3.6 – Розкритий список інструменту «Інструменти» середовища розробки Arduino IDE

Розглянемо кожен пункт детально:

- Автоформатування: використовується для форматування написаного коду;

- Архівувати скетч: копія поточного ескізу або коду архівується у форматі .zip. Каталог архіву такий самий, як і ескіз;
- Виправити кодування та перезавантажити: використовується, щоб виправити невідповідність між картами символів операційної системи та кодуванням карт символів редактора;
- Керувати бібліотеками...: показує оновлений список усіх встановлених бібліотек. Ми також можемо використовувати цю опцію для встановлення нової бібліотеки в Arduino IDE;
- Монітор послідовного порту: дозволяє обмінюватися даними з підключеною платою на порту;
- Послідовний плотер: використовується для відображення серійних даних на графіку. Він попередньо встановлений у Arduino IDE;
- Оновлення прошивки WiFi101/WiFiNINA: використовується для перевірки та оновлення мікропрограми Wi-Fi підключеної плати;
- Плата «Arduino Nano»: потрібно вибрати плату зі списку. Обрана плата повинна бути така яка підключена до ПК;
- Процесор – відображає процесор відповідно до вибраної плати. Він оновлюється кожного разу під час вибору плати.
- Порт: складається з віртуальних і реальних послідовних портів, присутніх на платі:
- Отримати інформацію про плату: надає інформацію про вибрану плату. Нам потрібно вибрати відповідний послідовний порт, перш ніж отримати інформацію про плату;
- Програматор: потрібно вибрати апаратний програматор під час програмування плати. Це потрібно, якщо ми не використовуємо вбудоване послідовне з'єднання USB. Це також потрібно під час запису завантажувача;
- Записати завантажувач: завантажувач присутній на платі мікроконтролера. Опція корисна, коли ми придбали мікроконтролер без завантажувача. Перш ніж записувати завантажувач, нам потрібно переконатися в правильності вибраної плати та порту.

При натисканні кнопку «Допомога» на панелі меню, з'являється розкривний список, який показано на рисунку 3.7.

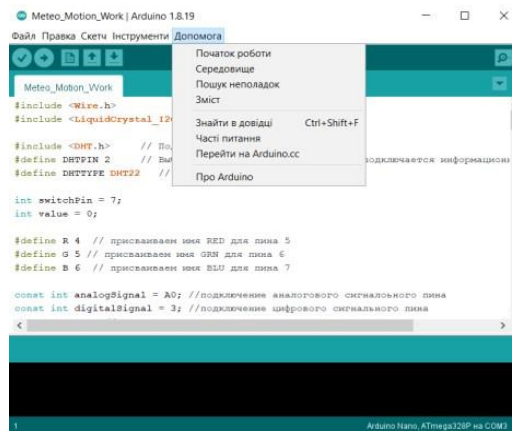


Рисунок 3.7 – Розкривний список інструменту «Допомога» середовища розробки Arduino IDE

Розділ допомога містить кілька документів, до яких легко отримати доступ, які постачаються разом із Arduino IDE. Він складається з декількох параметрів, таких як «Початок роботи», «Середовище», «Пошук неполадок», «Зміст» тощо. Деякі документи, як «Початок роботи», «Довідка» тощо, також можна отримати без підключення до Інтернету. Це напряму зв'яже нас з офіційним веб-сайтом Arduino.

На рисунку 3.8 зображена панель інструментів середовища розробки Arduino IDE.

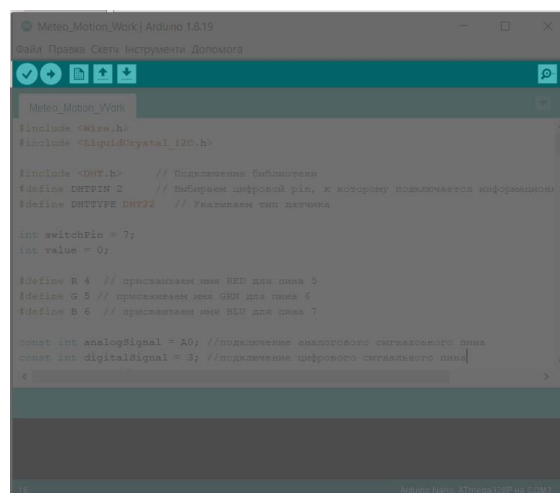


Рисунок 3.8 –Панель інструментів середовища розробки Arduino IDE

На панелі інструментів відображаються такі значки: Перевірити, Вивантажити, Створити, Відкрити та Зберегти.

Розглянемо кожен пункт детально:

- Перевірити: компілює та запускає код. Далі завантажує код на підключену плату. Перш ніж завантажити скетч, ми повинні переконатися, що вибрано правильну плату та порт;
- Вивантажити: знадобиться USB-з'єднання для з'єднання плати і комп'ютера. Останні плати Arduino можна скинути автоматично перед початком вивантаження. У старих платах потрібно було натиснути кнопку Reset, яка є на ній. Як тільки вивантаження завершиться успішно, можемо помітити миготіння світлодіодів Tx і Rx. Якщо вивантаження не вдається, у вікні помилки відобразиться повідомлення;
- Створити: використовується для створення нового ескізу або відкриття нового вікна;
- Відкрити: використовується для відкриття вже створеного файлу. Вибраний файл буде відкрито в поточному вікні;
- Зберегти: використовується для збереження поточного скетчу або коду;
- Монітор послідовного порту: розташований в правому куті панелі інструментів. Коли ми відкриваємо монітор послідовного порту, плата перезавантажиться.

Arduino IDE має вбудований редактор коду, який дозволяє розробникам писати, редагувати і зберігати програми для платформи Arduino. На рисунку 3.9 зображена область редактора коду середовища розробки Arduino IDE.

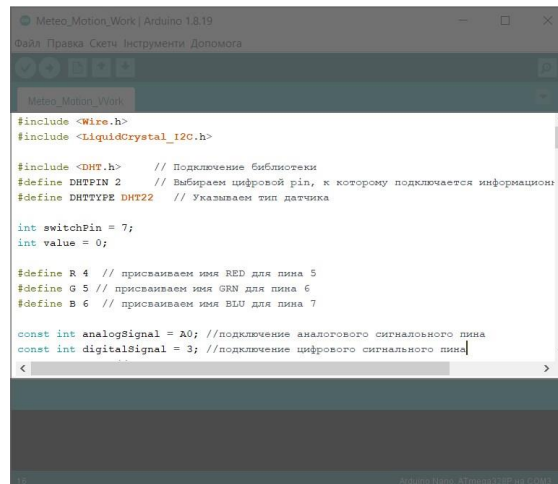


Рисунок 3.9 – Область редактора коду середовища розробки Arduino IDE

На рисунку 3.10 зображений рядок стану середовища розробки Arduino IDE. Рядок стану можна знайти внизу редактора коду, через нього відображається статус завершення операції (компіляція, завантаження тощо)

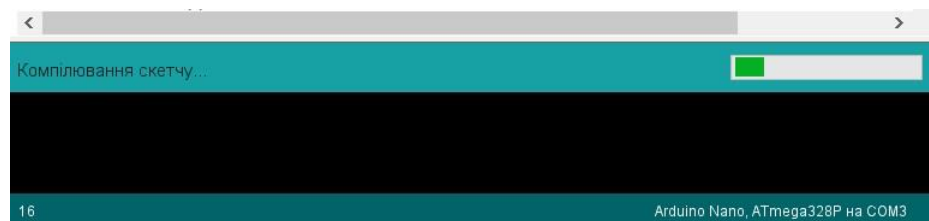


Рисунок 3.10 – Рядок стану середовища розробки Arduino IDE

На рисунку 3.11 зображене повідомлення програми в середовищі розробки Arduino IDE.

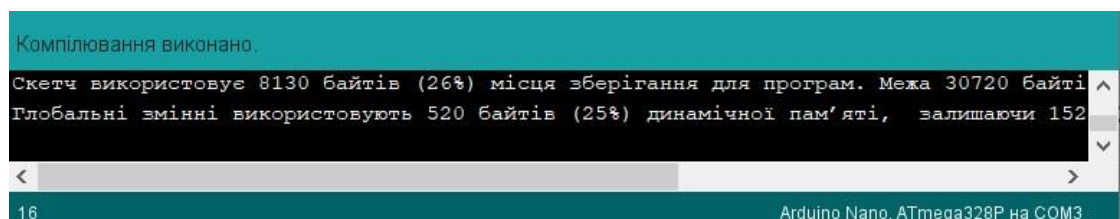


Рисунок 3.11 – Повідомлення програми середовища розробки Arduino IDE

Повідомлення програми – програма показує вам помилки кодів і деякі проблеми, які можуть виникнути під час процесу програмування. І пояснює вам тип

помилки чи проблеми, яка сталася та її причину. І в ньому представлені деякі інструкції, які ви повинні застосувати, щоб усунути помилку чи проблему.

3.5 Програмна та апаратна реалізація модуля управління кліматом в кімнаті на основі платформи Arduino

Плата Arduino Nano V3.0 AVR ATmega328P – аналог флагманської Uno у мініатюрному розмірі. На ній передбачено все необхідне для зручної роботи з мікроконтролером: 14 цифрових входів/виходів, 6 аналогових входів, кварцовий резонатор на 16 МГц, роз'єм Mini-B USB, роз'єм живлення, роз'єм для внутрішньосхемного програмування (ICSP) та кнопка скидання.

Arduino Nano може бути заживлена від Mini-B USB роз'єму або зовнішнього джерела живлення 6÷12В (пін "Vin") або 5 В стабільного зовнішнього живлення (пін "5V"). Живлення автоматично перемикається на джерело з вищою напругою.

Плата Arduino Nano V3.0 AVR ATmega328P має такі характеристики:

- Мікроконтролер: ATmega328P;
- Тип корпусу: TQFP-32;
- Робоча напруга: 5 В;
- Вхідна напруга (рекомендована): 7÷12 В;
- Цифрових входів/виходів: 14 (з яких 6 можуть бути використані як ШІМ);
- Аналогових входів: 8;
- Сила струму на входах/виходах: 40 мА;
- Сила струму для 3,3 В виходу: 50 мА;
- Пам'ять: 32 кБ, з яких 2кБ використовується бутлоадером;
- SRAM: 2 кБ;
- EEPROM: 1 кБ;
- Частота: 16 МГц.

На рисунку 3.12 подано схему плати Arduino Nano V3.0 AVR ATmega328P.

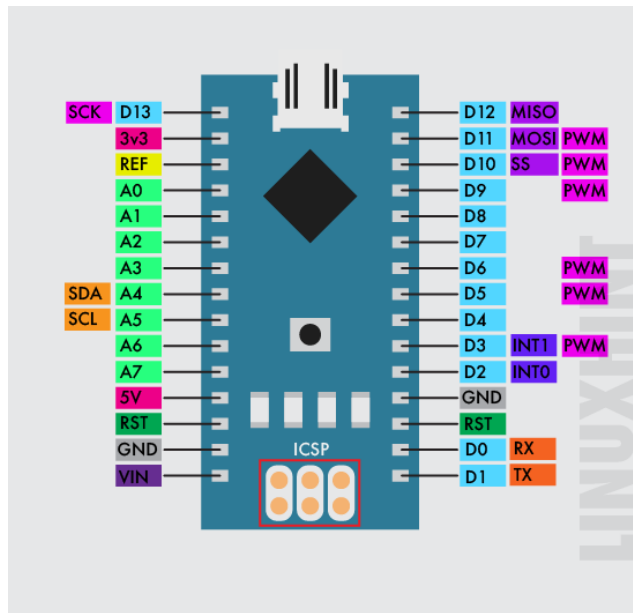


Рисунок 3.12 – Схема плати Arduino Nano V3.0 AVR ATmega328P

Цифровий датчик температури та вологості підвищеної точності. Датчик DHT22 має заводське калібрування і характеризується низьким енергоспоживанням [25].

Датчик вологості та температури DHT22 має такі характеристики:

- діапазон вимірювання вологості: 0-100%;
- точність: 0.1 °C;
- діапазон вимірювання температури: -40 ~ 80 °C;
- точність вимірювання вологості: $\pm 2\%$ RH;
- точність вимірювання температури: ± 0.5 градуса;
- напруга живлення: 3.6-6 В;
- кількість виводів: 4;
- ультранизьке енергоспоживання;

На рисунку 3.13 подано схему підключення датчика вологості та температури DHT22.

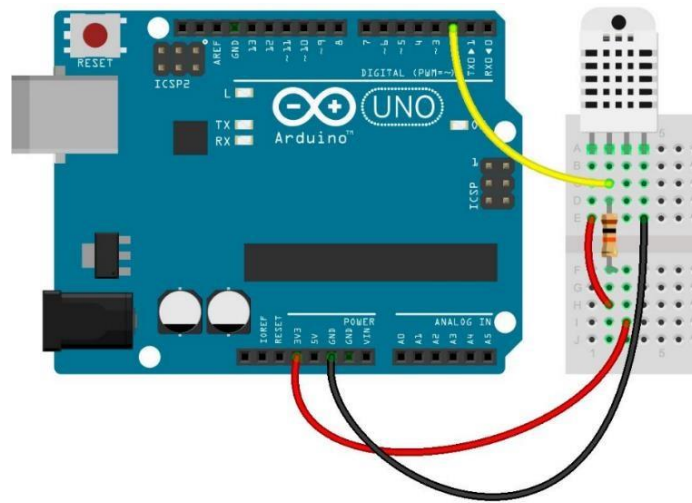


Рисунок 3.13 – Схема підключення датчика вологості та температури DHT22

Для вимірювання вологості створюється змінна:

```
float h = dht.readHumidity(); // змінна для зчитування значення
```

вологості

Для вимірювання температури створюються змінна:

```
float t = dht.readTemperature(); // змінна для зчитування значення
```

температури

Далі перевіряється підключення датчика та вивід помилки в послідовний порт в разі проблем з підключенням.

```
if (isnan(h) || isnan(t)) {  
    lcd.print(F("Failed to read from DHT sensor!"));  
    return; }  
}
```

Модуль датчика якості повітря MQ135 призначений для визначення вмісту та кількості шкідливих і небезпечних газів в повітрі таких як: NH₃, NO_x, пари алкоголю, бензину, диму, CO₂ тощо. Модуль побудований на датчику MQ135 [26].

Модуль датчика якості повітря MQ-135 має такі характеристики:

- Аналоговий вихід датчика 0÷5 В;
- Напруга живлення модуля: 5 В постійного струму;
- Розміри: 32 мм X22 мм X27 мм;

На рисунку 3.14 подано схему підключення датчика якості повітря MQ135.

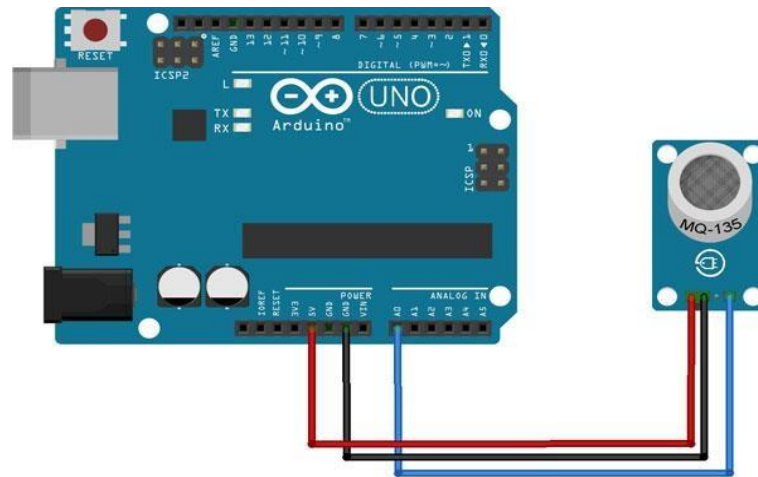


Рисунок 3.14 – Схема підключення датчика якості повітря MQ135

Для роботи з датчиком MQ-135 спочатку зчитуємо присутність газу, який вимірюємо, в даному випадку CO₂ (Вуглекислий газ) та його кількість. Виведення кількості газу реалізується таким чином:

```
noGas = digitalRead(digitalSignal); //зчитуємо
значення про присутність газу  gasValue =
    analogRead(analogSignal); // зчитуємо
значення кількості газу  lcd.clear();
// очищуємо екран
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("There is ");  if
(noGas) lcd.print("no gas");
else lcd.print("gas ");
lcd.print ( "CO2" );
lcd.setCursor(5,1);  lcd.print (
gasValue );
    lcd.print ( "PPM" );
```

Модуль RGB-світлодіода KY-016 призначений для використання в моделях і пристроях, які використовують платформу Arduino. На одній матриці розміщується відразу три кристали: червоний, зелений і синій. Завдяки незалежному керуванню

такими кристалами, можна отримати будь-який колір. Щоб ці кристали не виділялися точково через лінзу RGB – світлодіода, на корпус може наноситися матове покриття, яке згладжує колір. Коли прикладається напруга до RGB світлодіода, відповідні напівпровідникові матеріали починають випромінювати світло. Діоди R, G та B генерують світло різної довжини хвилі, що відповідає їхнім основним кольорам червоний, зелений та синій. Для отримання бажаного кольору світла RGB світлодіода використовується принцип змішування цих трьох основних кольорів. Якщо подати напругу тільки на червоний діод, то буде виділятися червоне світло. Те саме стосується зеленого і синього діодів. Але, комбінування різних співвідношень інтенсивності червоного, зеленого та синього світла дозволяє отримати весь спектр кольорів. [27].

Модуль RGB світлодіода має такі характеристики:

- номінальний струм: 20 мА;
- максимальний імпульсний струм: 50 мА;
- пряма номінальна напруга (червоний): 2 В;
- пряма номінальна напруга (зелений): 3,4 В;
- пряма номінальна напруга (синій): 3,4 В;
- максимальна зворотна напругу: 5 В;

На рисунку 3.15 подано схему підключення RGB-світлодіода.

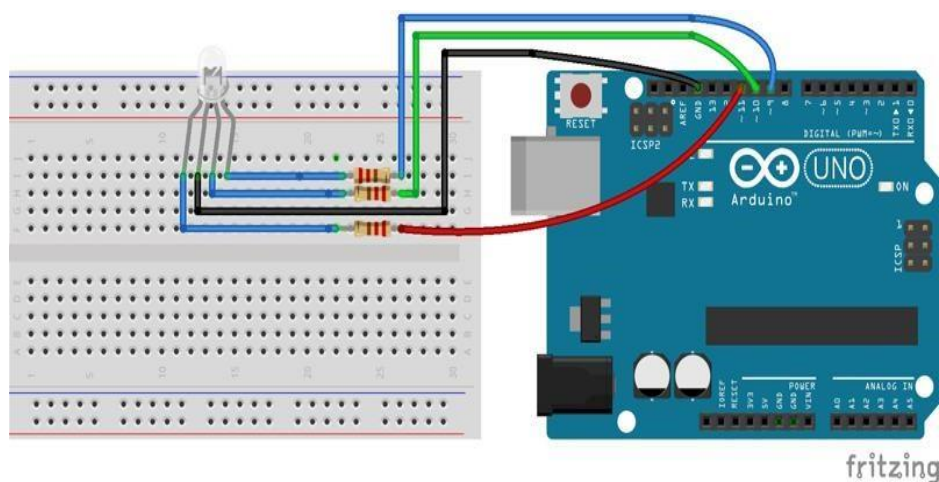


Рисунок 3.15 – Схема підключення RGB-світлодіода

Наприклад, якщо вологість відповідає нормам то світлодіод горить зеленим, якщо є мінімальні відхилення від норм, світлодіод горить жовтим, якщо відхилення то червоним. Реалізується це таким чином:

```
if ( ( 40 < h ) && ( h < 60 ) )
{
    digitalWrite(R, LOW);
    digitalWrite(G, HIGH);    digitalWrite(B,
    LOW);
} else if ( ( 20 < h ) && ( h < 40 ) || ( 60 < h ) && ( h < 80
) ) {
    digitalWrite(R, HIGH);
    digitalWrite(G, HIGH);    digitalWrite(B,
    LOW);
} else {
    digitalWrite(R, HIGH);
    digitalWrite(G, LOW);    digitalWrite(B,
    LOW);
}
```

Для затримки на екрані використовується функція `delay()`; яка призупиняє виконання програми на задану в параметрі кількість мілісекунд.

Інфрачервоний датчик руху HC-SR501 для Arduino та інших мікроконтролерів дозволяє виявляти рух людини або свійської тварини на відстані до 7 метрів (можна регулювати). Має два входи живлення (+5 В і Земля) та один цифровий вихід, яким можна знімати дані. Якщо перешкод немає – на ньому буде високий рівень (3,3 В), якщо є низький (0 В).

Якщо перемикача встановлена в положення Н, то на виході буде високий рівень весь час, поки датчик буде вловлювати рух, якщо стан L, то стан виходу буде перемикатися з високого на низький і навпаки приблизно 1 раз в секунду [28].

Інфрачервоний датчик руху HC-SR501 має такі характеристики:

- дальність виявлення: 0 - 7 м;
- кут спрацьовування: 110 ° на дистанції до 7 м;
- напруга живлення (рекомендована): 4.5÷12 В;

- вихідна напруга логічного рівня: $0 \div 3.3$ В;
- час затримки: $0.3 \div 300$ секунд (регулюється);
- метод спрацьовування: L неповторне перемикання; Н повторюване перемикання;
- максимальний вихідний струм: 65 мА; –
- робочі температури: $-20 - +50$ град, Цельсія;
- розміри: 32×24 мм.

На рисунку 3.16 подано схему підключення ІЧ датчика руху HC-SR501.

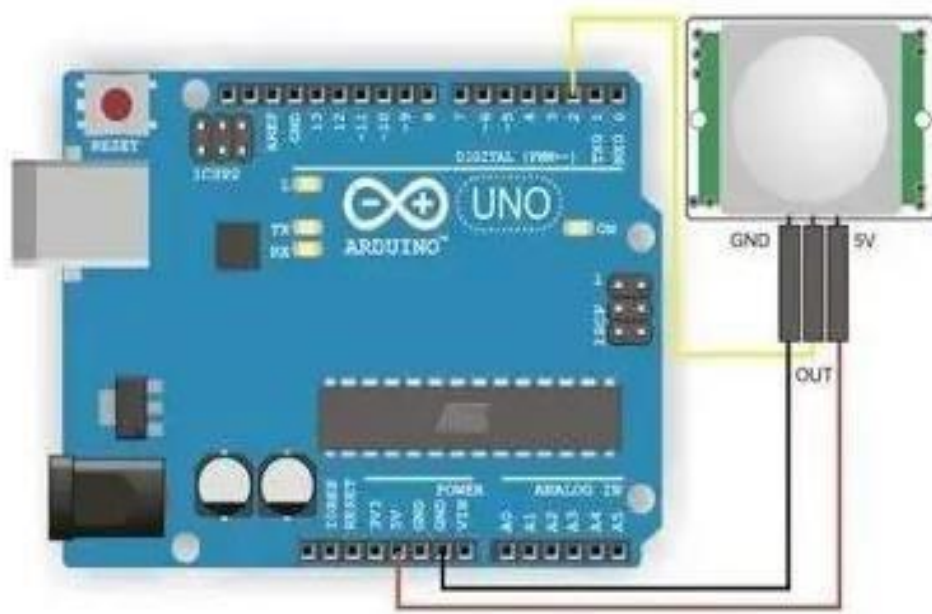


Рисунок 3.16 – Схема підключення ІЧ датчика руху HC-SR501

Для роботи ІЧ датчиком руху HC-SR501 присвоюємо для switchPin значення 7.

```
int switchPin = 7;
```

Далі встановлюємо режим роботи, а саме INPUT: `pinMode(switchPin, INPUT);`

Використовуємо функцію `digitalRead`, яка дає змогу зчитати дані з піна: `value = digitalRead(switchPin);`

3.6 Тестування роботи програмно-апаратного модуля управління кліматом в кімнаті та аналіз результатів

На рисунку 3.17 показана робота програмно-апаратного модуля управління кліматом в кімнаті при енергозаощадному режимі. Екран не показує жодних даних, світлодіод не світиться. Датчики не зчитують інформацію.



Рисунок 3.17 – Робота модуля при енергозаощадному режимі

На рисунку 3.18 показано початок роботи програмно-апаратного модуля та вихід з енергозаощадного режиму за допомогою сигналу з ІЧ датчика руху про рух, зчитування та виведення інформації про CO₂. На екрані дисплею показано значення CO₂. Світлодіод горить зеленим, тому що значення знаходяться в нормі, а саме, вміст вуглекислого газу не перевищено.



Рисунок 3.18 – Робота модуля при зчитуванні і виведенні значення вуглекислого газу

На рисунку 3.19 показана робота програмно-апаратного модуля управління кліматом при зчитуванні та виведенні інформації про вологість. На екрані дисплею показані значення вологості. Світлодіод горить зеленим, тому що значення відносної вологості знаходяться в нормі.

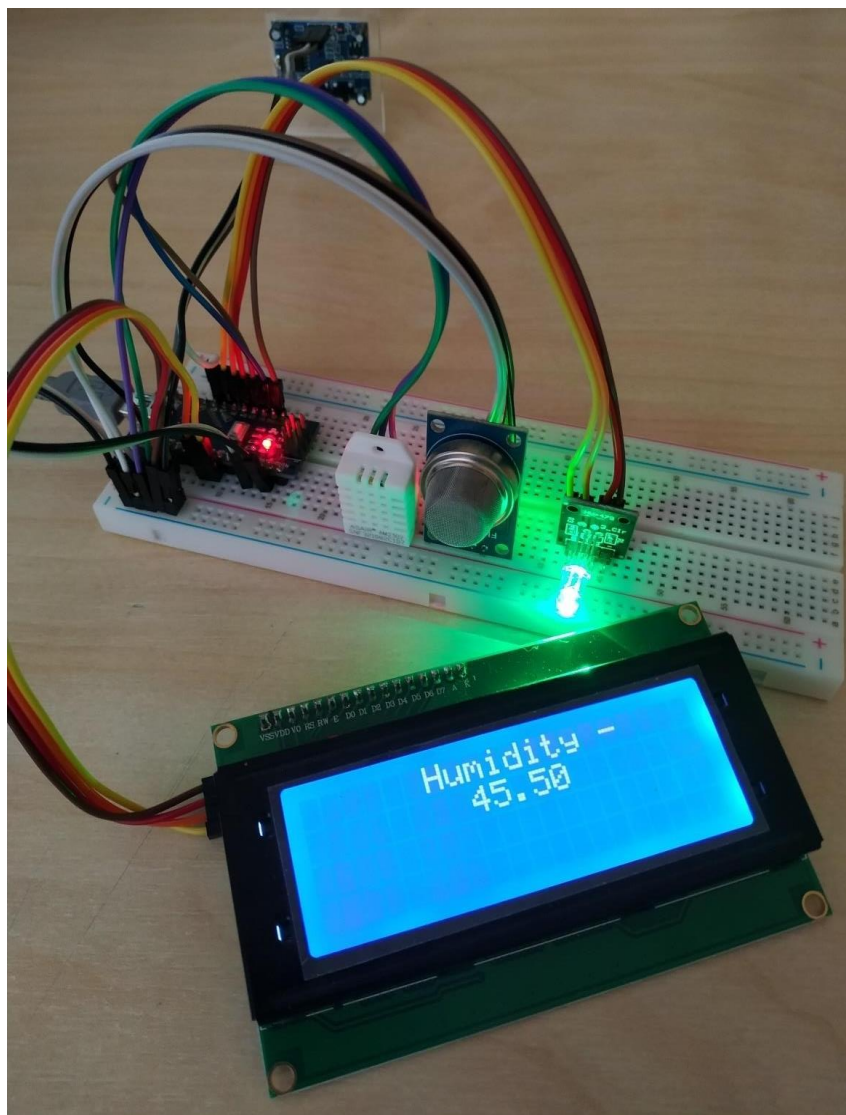


Рисунок 3.19 –Робота модуля при зчитуванні і виведенні значення вологості

На рис 3.20 показана робота програмно-апаратного модуля при зчитуванні та виведенні інформації про температуру. На екрані дисплею показані значення температури в градусах. Світлодіод горить зеленим, тому що значення температури знаходяться в нормі.

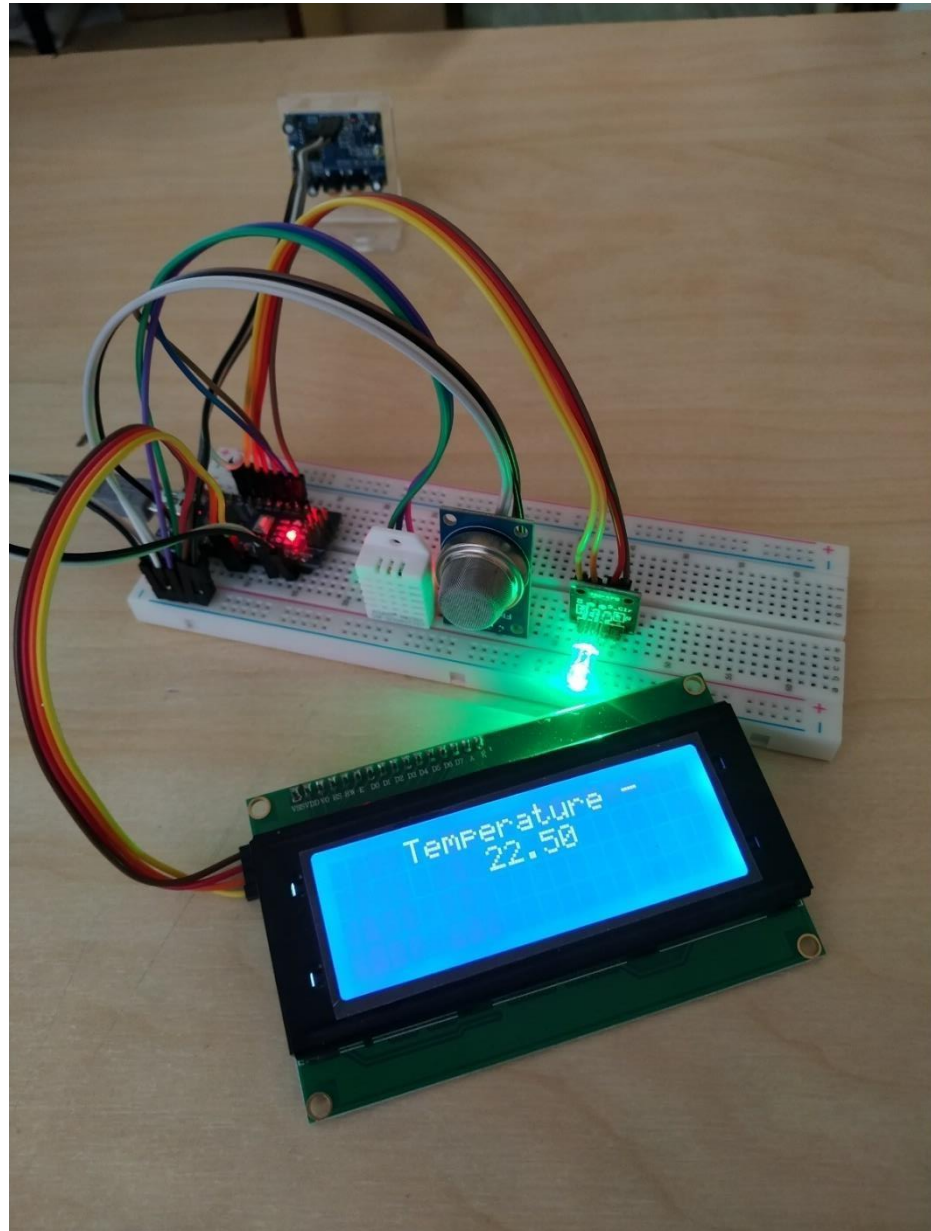


Рисунок 3.20 – Робота модуля при зчитуванні і виведенні значення температури

На рисунку 3.21 показано, що після проходження циклу програми, а саме виведення всіх потрібних показників на дисплей та світлодіод, модуль знову переходить в енергозощадний режим. Перебуваючи в такому режимі, очікує до надання інформації з ІЧ датчика руху про рух.

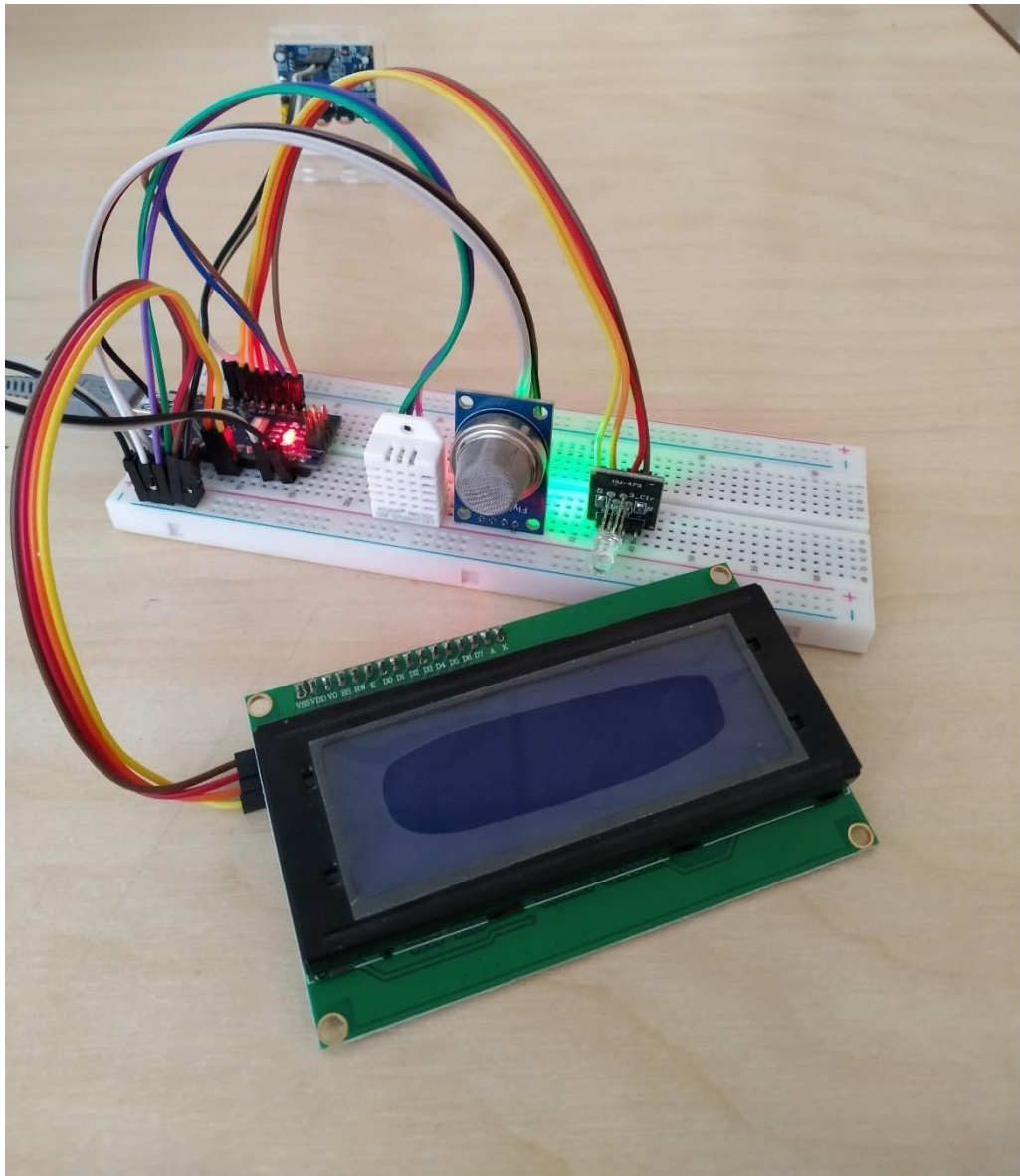


Рисунок 3.21 – Робота модуля при енергозощадному режимі повторно

Порівняємо розроблюваний програмно-апаратний модуль управління кліматом в кімнаті на основі платформи Arduino з пристроями-аналогами.

Для більшої зручності результати тестування подано в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати тестування розробленого програмно-апаратного модуля порівняно з аналогами

Пристрій	Відносна вологість	CO ₂	Температура	Індикація показників вимірювання	Датчик руху	Режим енергозаощадження
Термогігрометр Нама TH-50 Black [5]	+	-	+	-	-	-
Цифровий термогігрометр Stadler Form Selina little black S-081 [7]	+	-	+	-	-	-
Термометр-гігрометр Bresser Temeo Hygro indicator [8]	+	-	+	-	-	-
Термогігрометр TFA [9]	+	-	+	-	-	-
Термометр OREGON Scientific EW 91 [10]	-	-	+	-	-	-
Термометр / барометр FIRST Austria FA-24601 [11]	+	-	+	-	-	-
Термометр Meteo guide MG 01202 [12]	+	-	+	-	-	-
Розроблений модуль	+	+	+	+	+	+

За результатами таблиці можна побачити, що розроблений модуль має покращений функціонал, принаймні на 3 можливості у порівнянні з аналогами.

3.7 Висновок

В цьому розділі проведено аналіз вибору платформ для розробки програмно-апаратного модуля. Проведено аналіз найчастіше використовуваних для такої розробки мов програмування: C++ та C. Обґрунтовано вибір мови програмування: а саме C++. Наведено основні оператори мови програмування для розробки програмно-апаратного модуля управління кліматом в кімнаті. Проаналізовано особливості середовища розробки Arduino IDE. Реалізовано програмну та апаратну частину програмно-апаратного модуля для контролю параметрів клімату.

Проведено тестування роботи програмно-апаратного модуля управління кліматом в кімнаті та порівняння з аналогами. З результатів аналізу зроблено висновок, що основні функції, які мали бути розробленими – реалізовано. Аналоги не мають такої функціональності як розроблений модуль.

ВИСНОВКИ

Всі завдання, поставлені в бакалаврській дипломній роботі були виконані в повному обсязі, а саме: обґрунтовано доцільність розробки програмного модуля управління кліматом в кімнаті на основі платформи Arduino; спроектовано програмно-апаратний модуль управління кліматом в кімнаті на основі платформи Arduino; програмно реалізовано модуль управління кліматом в кімнаті на основі платформи Arduino; виконано тестування програмно-апаратного модуля та проведено аналіз отриманих результатів.

В роботі представлено загальну структурну схему, UML-діаграму комунікації програмно-апаратного комплексу, UML-діаграму станів, UMLдіаграма послідовності,

Розроблено схему алгоритму функціонування програмно-апаратного модуля.

Розроблений комплекс успішно пройшов тестування, яке підтвердило, що модуль має розширені функціональні можливості у порівнянні з програмами-аналогами.

Отже всі поставлені задачі виконано, мету роботи досягнуто.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мікроклімат виробничих приміщень, вплив параметрів мікроклімату на організм людини. URL: <https://oppb.com.ua/news/mikroklimat-vyrobnychyhprimishchen-vplyv-parametriv-mikroklimatu-na-organizm-lyudyny#>.
2. Як CO₂ впливає людину при надлишку в приміщенні? URL: <https://ventbazar.ua/uk/blog/chto-takoye-co2/>.
3. Arduino. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Arduino>.
4. Термогірмометр Hama TH-50 Black. URL: <https://vencon.ua/ua/products/hama-th-50-black>
5. Stadler Form Aktiengesellschaft. URL: <https://stadlerform.ua/about/>
6. Bresser. URL: <http://www.bresser-ukraine.com.ua/company/main/>
7. TFA Dostmann GmbH Co. URL: <https://www.tfa-dostmann.de/>
8. Oregon Scientific. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Oregon_Scientific
9. First. URL: <https://vencon.ua/ua/brands/first>
10. Uniel. URL: <https://www.uniel.com/>
11. Meteo guide. URL: <https://prom.ua/ua/brands/Meteo-guide>
12. UML для бізнес-моделювання. URL: <https://evergreens.com.ua/ua/articles/uml-diagrams.html>
13. Arduino. URL: <https://vseplus.com.ua/article/cto-takoe-arduino-783>
14. Мікроконтролери і мікропроцесорні пристрої. URL: https://elprivod.nmu.org.ua/ua/interesting/what_is_mp_mc_plc.php
15. Arduino інтерфейси. URL: https://geekmatic.in.ua/ua/arduino_lesson_112
16. Arduino Nano. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Arduino_Nano
17. C++. URL: http://www.znannya.org/?view=Cplusplus_basics
18. Основні оператори. URL: <http://tinker.uamper.com/docs/programuvannya-arduino.html>
19. Платформа Arduino. URL: <https://www.duet.edu.ua/uploads/DocS/9st9.pdf>
20. IDE (інтегроване середовище розробки). URL: <https://apixdrive.com.ua/blog/useful/ide-i-sdk-strashnye-termyny-prostymi-slovami>

- 21.Датчик DHT22. URL: <https://arduino.ua/ru/prod301-datchik-vlajnosti-itemperatyri-dht22>
- 22.Методичні вказівки до виконання бакалаврських кваліфікаційних робіт для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» [Електронний ресурс] / уклад.: А. А. Яровий, О. В. Сілагін, І. В. Богач. – Вінниця : ВНТУ, 2023. – (PDF, 54 с.).

**ДОДАТОК А(обов'язковий)
ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ**

Назва роботи: Програмний модуль управління кліматом в кімнаті

Тип роботи: бакалаврська дипломна робота
(БДР, МКР)

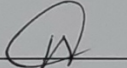
Підрозділ кафедра комп'ютерних наук, ФІІТА
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

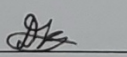
Оригінальність 80,3% Схожість 19,7%

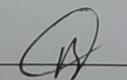
Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- ☒ Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- ☐ Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- ☐ Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку  Озеранський В.С.

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи  Кучальський Д.Я.

Керівник роботи  Озеранський В.С.

ДОДАТОК Б

Інструкція користувача

1. Розпакуйте пристрій і перевірте, чи всі компоненти наявні в комплекті та чи всі контакти надійно приєднані.
2. Перевірте, чи використовуються батарейки або чи є доступ до електричної розетки або ПК для живлення пристрою. При потребі зарядіть батарейки та встановіть їх.
3. Виберіть місце для розташування пристрою, яке є типовим для зони, яку ви хочете контролювати.
4. Розташуйте та зафіксуйте датчик руху так, щоб його напрямок був спрямований на область, з якої ви плануєте спостерігати за показниками.
5. Уникайте прямого сонячного світла, близькості до вихлопних газів, джерел тепла або вологої області.
6. Забезпечте доступ до пристрою для зчитування та обслуговування.
7. Якщо пристрій працює на батарейках, відкрийте кришку відсіку батарейок та встановіть їх правильно, дотримуючись полярності (+/-).
8. Якщо пристрій працює від електричної мережі, підключіть його до розетки або ПК за допомогою кабелю mini-USB.
9. Виконуйте необхідні дії, якщо параметри (температура, вологість, CO₂ або рух) перевищують встановлені межі або потребують уваги.
10. Перевіряйте стан батарейок, якщо вони використовуються, та замінійте їх за потреби.
11. Зберігайте пристрій у чистоті та уникайте попадання вологи на його елементи.
12. Запуск комплексу виконується при підключенні пристрою до мережі.
13. На екрані дисплею буде інформація про мікроклімат та світлодіод буде світитися в залежності від ваших показників.

ДОДАТОК В

Лістинг програми

```

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#include <DHT.h>
#define DHTPIN 2
#define DHTTYPE DHT22

int switchPin = 7; int value = 0;

#define R 4
#define B 6

const int analogSignal = A0;
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);
void setup() {
    dht.begin();

    pinMode(switchPin, INPUT);

    lcd.init();           // initialize the
lcd
    // Print a message to the LCD.  lcd.backlight();

    pinMode(digitalSignal, INPUT);
    pinMode(R, OUTPUT);
    pinMode(G, OUTPUT);
    pinMode(B, OUTPUT);

}
void loop()

```

```

{
  value = digitalRead(switchPin);  if (HIGH == value)
  {
    Meteo(); } else {
    lcd.noBacklight();

    digitalWrite(R, LOW);  digitalWrite(G, LOW);
    digitalWrite(B, LOW);
  }
} void Meteo() {
  lcd.backlight();

  for (byte i=0; i<3; i++)
  {
    noGas = digitalRead(digitalSignal);
analogRead(analogSignal);

    lcd.clear();  lcd.setCursor(3,0);  lcd.print("There
    is ");  if (noGas) lcd.print("gas");  else
    lcd.print("gas ");  lcd.print ( "CO2" );
    lcd.setCursor(7,1);  lcd.print ( gasValue );
    lcd.print ( "PPM" );  if ( gasValue < 800 )
    {
      digitalWrite(R, LOW);  digitalWrite(G, HIGH);
      digitalWrite(B, LOW);
    }
    else if ( ( gasValue > 800 ) && ( gasValue < 1000 ) ) {
      digitalWrite(R, HIGH);  digitalWrite(G, HIGH);
      digitalWrite(B, LOW);
    } else {
      digitalWrite(R, HIGH);  digitalWrite(G, LOW);
      digitalWrite(B, LOW);
    }    delay(3000);

```

```

h = dht.readHumidity();

if (isnan(h) || isnan(t)) {
  lcd.print(F("Failed to read from DHT sensor!"));  return;
}
lcd.setCursor(6,0); lcd.print("Humidity - ");
lcd.setCursor(8,1); lcd.print( h );

if ( ( 40 < h ) && ( h < 60 ) )
{
  digitalWrite(R, LOW);  digitalWrite(G, HIGH);
digitalWrite(B, LOW);
} else if ( ( 20 < h ) && ( h < 40 ) || ( 60 < h ) && ( h < 80 ) ) {
  digitalWrite(R, HIGH);  digitalWrite(G, HIGH);
digitalWrite(B, LOW);
} else {
  digitalWrite(R, HIGH);  digitalWrite(G, LOW);
digitalWrite(B, LOW);
}
delay(3000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(4,0); lcd.print("Temperature - ");

lcd.setCursor(8,1);
lcd.print( t );

if ( ( 18 < t )&& ( t < 25 ) )
{
  digitalWrite(R, LOW);  digitalWrite(G, HIGH);
digitalWrite(B, LOW);
} else if ( ( 15 < t ) && ( t < 18 ) || ( 25 < t ) && ( t < 28 ) ) {

```

```
        digitalWrite(R, HIGH);    digitalWrite(G, HIGH);  
digitalWrite(B, LOW);  
    } else {  
        digitalWrite(R, HIGH);    digitalWrite(G, LOW);  
digitalWrite(B, LOW);  
    }    delay(3000);    }  
lcd.clear();  
}
```

ДОДАТОК Г

ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

«ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ УПРАВЛІННЯ КЛІМАТОМ В КІМНАТІ»

Виконав: студент 4 курсу, групи ЗКН-206
спеціальності 122 – Комп'ютерні науки
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

 Кучальський Д.Я.
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент кафедри КН
 Озеранський В.С.
(прізвище та ініціали)

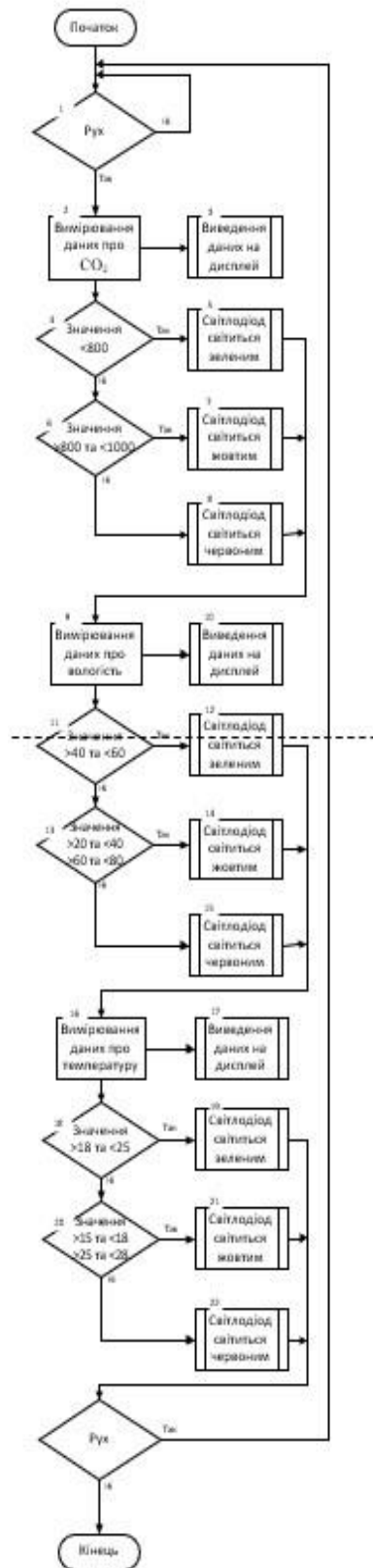


Рисунок Г.1 – Схема алгоритму роботи програмно-апаратного модуля управління кліматом на основі платформи Arduino

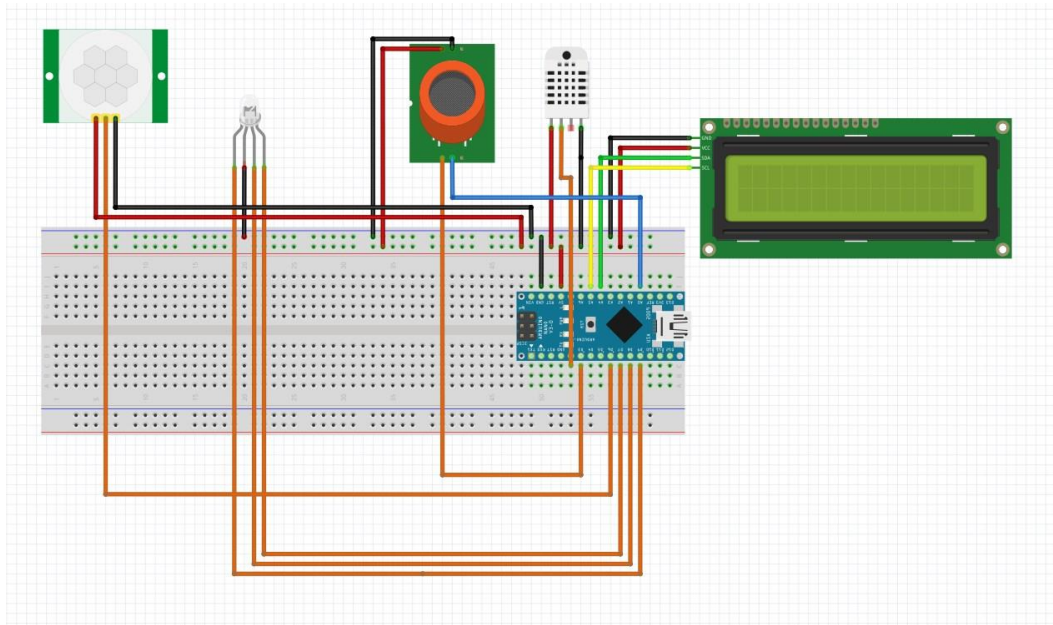


Рисунок Г.2 – Монтажна схема програмно-апаратного модуля управління кліматом на основі платформи Arduino

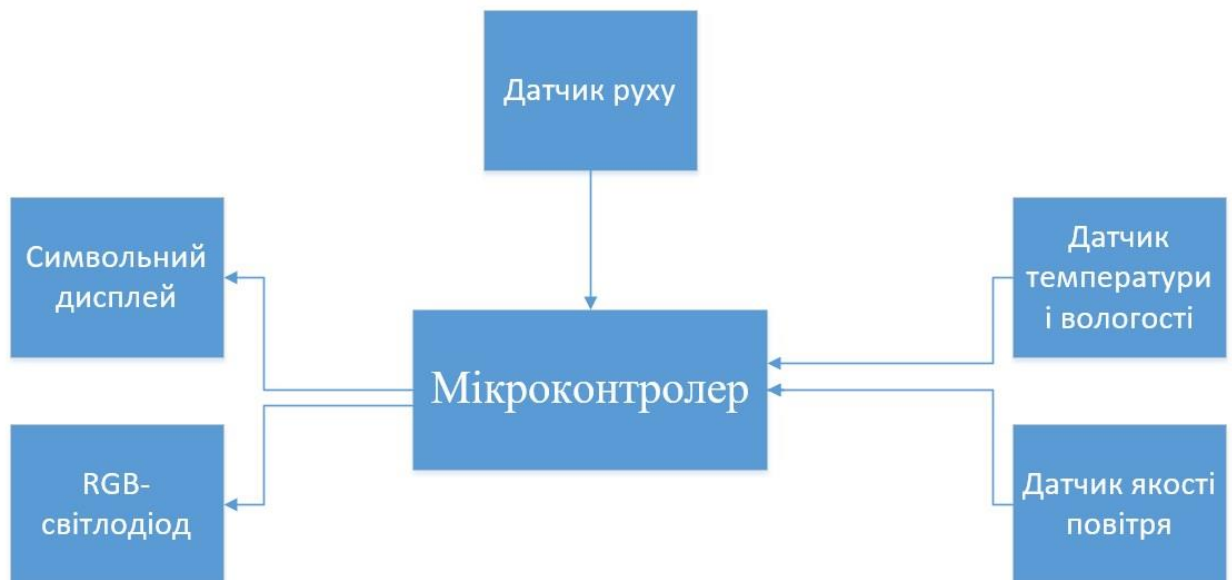


Рисунок Г.3 – Загальна структурна схема функціонування програмно-апаратного модуля управління кліматом на основі платформи Arduino

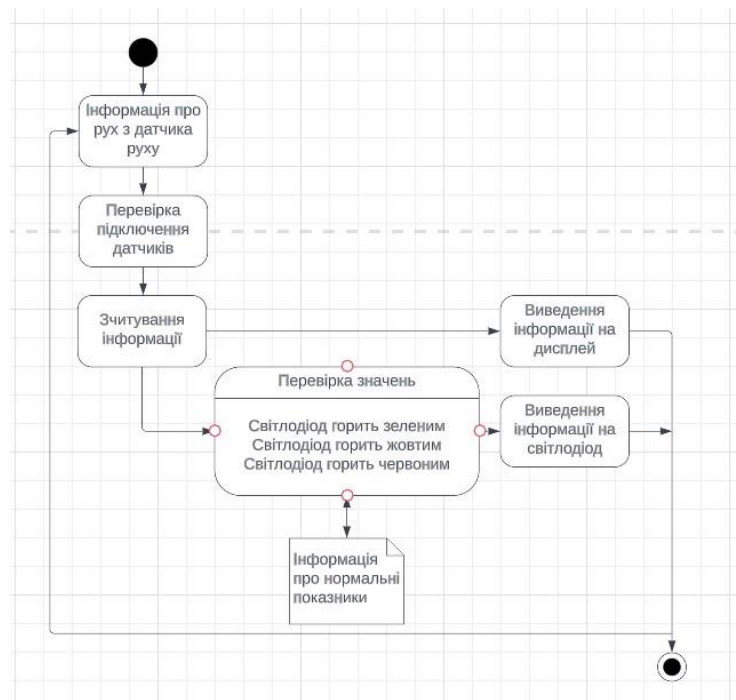


Рисунок Г.4 – UML діаграма станів програмно-апаратного модуля управління кліматом на основі платформи Arduino

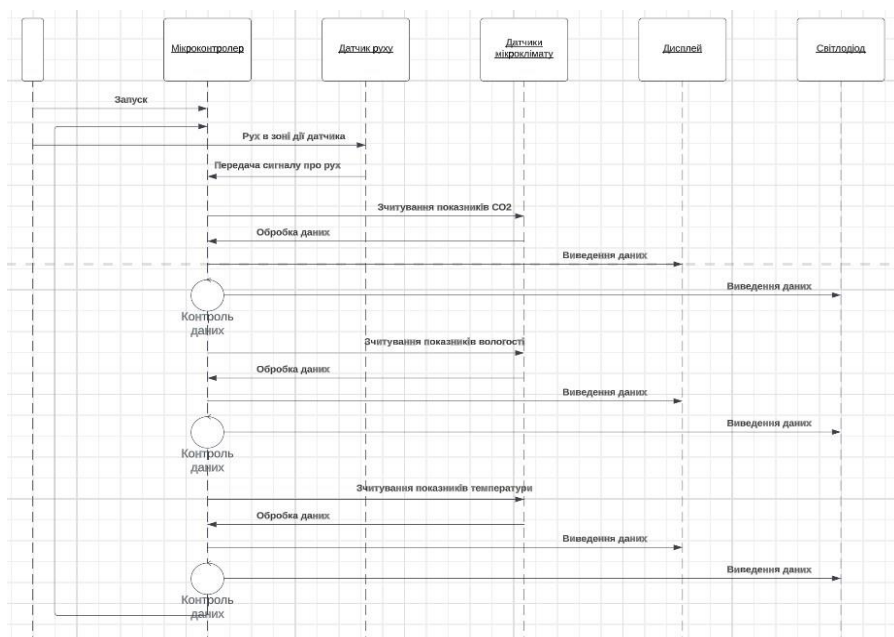


Рисунок Г.5 – UML діаграма послідовності програмно-апаратного модуля управління кліматом на основі платформи Arduino



Рисунок Г.6 – Робота модуля при зчитуванні і виведенні значення вуглекислого газу

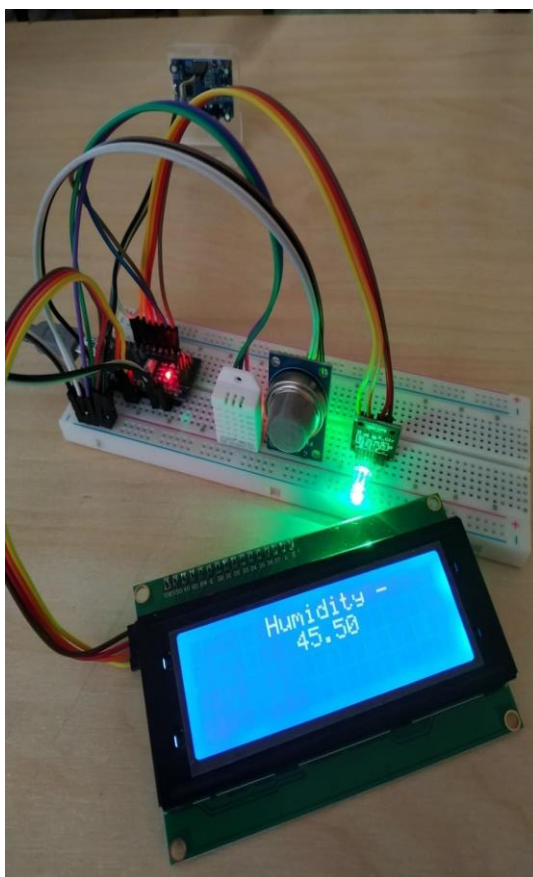


Рисунок Г.7 –Робота модуля при зчитуванні і виведенні значення відносної вологості

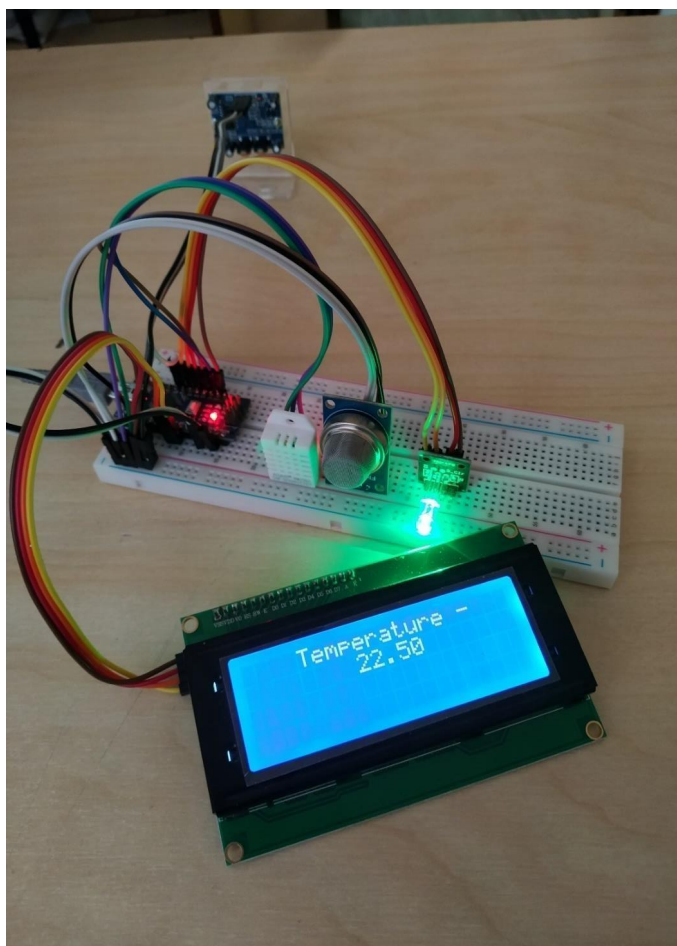
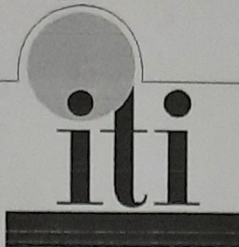


Рисунок Г.8 – Робота модуля при зчитуванні і виведенні значення температури

ДОДАТОК Д
Довідка про впровадження



МАЛЕ НАУКОВО-ВИРОБНИЧЕ ПІДПРИЄМСТВО "ТОВ "ІТІ"
Україна, 21021, м.Вінниця, вул. Келецька, 56

№ 17 від 06 06 2024р.

ДОВІДКА

Дана Кучальському Денису Яновичу в тому, що результати, одержані ним в процесі виконання бакалаврської дипломної роботи, а саме алгоритм та програмне забезпечення управління кліматом в кімнаті, планується використати в розробках ТОВ «ІТІ».

Зам. директора ТОВ «ІТІ»



Бодяк В.М.