

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Комп'ютеризована система детекції плісняви в приміщенні

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи СІс-41

спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Гарбич Ю.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Луцик Н.С.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Тили Є.В.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Осухівська Г.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

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

Кафедра комп'ютерних систем та мереж
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Осухівська Г.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«___» _____ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Гарбічу Юрію Степановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютеризована система детекції плісняви в приміщенні

Керівник роботи Луцик Надія Степанівна, PhD, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «28» лютого 2023 року № 4/7-237

2. Термін подання студентом завершеної роботи 16.06.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи Технічне завдання

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

Вступ

1. Аналіз технічного завдання

2. Проектна частина

3. Практична частина

4. Безпека життєдіяльності, основи охорона праці

Висновки

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

1. Структурна схема системи детекції плісняви

2. Схема електрична принципова

3. Блок-схема алгоритму роботи програми

4. Результати роботи системи

АНОТАЦІЯ

Комп'ютеризована система детекції плісняви в приміщенні // Кваліфікаційна робота бакалавра // Гарбіч Юрій Степанович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних систем та мереж, група СІс-41 // Тернопіль, 2023 // с. – 75, рис. – 31, табл. – 6, аркушів А1 – 4, бібліогр. – 20.

Ключові слова: КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА, ДАВАЧ, УСУНЕННЯ ПЛІСНЯВИ, МІКРОКОНТРОЛЕР, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці системи, яка дозволяє здійснювати детекцію появи та усунення плісняви в приміщенні. В результаті огляду та аналізу сучасних комп'ютеризованих засобів для контролю появи плісняви показано, що одним з найперспективніших напрямків є розробка системи з використанням сучасних мікроконтролерів та датчиків, які аналізують стан мікроклімату в приміщенні. Розроблено структурну схему системи для детекції плісняви в приміщенні. Описано процес розробки схеми електричної принципової керуючого модуля для комп'ютеризованої системи. Здійснено обґрунтування вибору елементної бази. Приведений опис та позначення обраних елементів, пояснюється принцип їх функціонування та особливості підключення до схеми. Приведений алгоритм роботи програми для системи детекції плісняви в приміщенні та здійснений опис процесу розробки програмного забезпечення. Реалізований процес передачі результатів моніторингу параметрів мікроклімату і забруднення повітря в приміщенні на хмарну платформу інтернету речей для збереження та подальшого аналізу, що дозволяє робити припущення про наявність або відсутність плісняви в приміщенні.

ANNOTATION

Computerized system of moldiness detection in a room // Bachelor thesis // Harbich Yurii // Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Faculty of Computer Information System and Software Engineering, Department of Computer Systems and Networks, group CIs-41 // Ternopil, 2023 // p. – 75, fig. – 31, table. – 6, sheets A1 – 4, ref. – 20.

Key words: COMPUTERIZED SYSTEM, SENSOR, MOLDINESS DETECTION, MICROCONTROLLER, SOFTWARE.

The qualification work is devoted to the development of a system that allows for the detection and elimination of mold in indoor spaces. As a result of the review and analysis of modern computerized tools for mold detection, it has been shown that one of the most promising directions is the development of a system using modern microcontrollers and sensors that analyze the microclimate in the room. A structural diagram of the system for mold detection in indoor spaces has been developed. The process of developing the electrical schematic of the control module for the computerized system is described. The justification for the choice of the component base is provided. The description and designation of the selected components are given, explaining their principle of operation and connection features to the circuit. An algorithm for the operation of the program for the mold detection system in indoor spaces is presented, and the process of software development is described. The process of transmitting the monitoring results of microclimate parameters and air pollution in the room to a cloud-based Internet of Things platform for storage and further analysis has been implemented, allowing for assumptions to be made about the presence or absence of mold in the indoor space.

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ	10
1.1 Аналіз умов, що впливають на виникнення плісняви в приміщенні.....	10
1.2 Огляд існуючих систем детекції плісняви в приміщенні.....	11
1.3 Аналіз вимог до системи детекції плісняви в приміщенні	16
1.4 Аналіз можливих рішень поставленого завдання	18
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	20
2.1 Розробка структури системи детекції плісняви.....	20
2.2 Обґрунтування вибору апаратного забезпечення системи детекції плісняви в приміщенні	22
2.2.1 Мікроконтролерна платформа для комп'ютеризованої системи.....	22
2.2.2 Давач вологості DHT11	25
2.2.3 Дисплей LCD 1602	26
2.2.4 Давач концентрації вуглекислого газу	28
2.2.5 Модуль реле.....	30
2.2.6 WiFi модуль ESP8266.....	31
2.3 Опис електричної схеми пристрою для детекції плісняви.....	33
2.4 Обґрунтування вибору хмарної платформи для реалізації комп'ютеризованої системи	34
РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	36
3.1 Опис алгоритму роботи комп'ютеризованої системи детекції плісняви в приміщенні	36
3.2 Розробка програмного забезпечення.....	38
3.3 Тестування комп'ютеризованої системи та аналіз отриманих результатів	45

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Гарбич Ю.С.			<i>Комп'ютеризована система детекції плісняви в приміщенні</i>	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевірів		Луцик Н.С.					5	75
Рецензент						<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41</i>		
Н. Контр.		Тиш Є.В.						
Зав. каф.		Осухівська Г.М.						

РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	50
4.1 Долікарська допомога при опіках	50
4.2 Аналіз умов праці за показниками важкості і напруженості трудового процесу та працездатності людини	52
ВИСНОВКИ	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	58
Додаток А Технічне завдання	62
Додаток Б Перелік елементів	71
Додаток В Лістинг програми	72

					<i>КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						6
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

АЦП – аналого-цифровий перетворювач;

КС – комп'ютеризована система;

КСДП – комп'ютеризована система детекції плісняви;

МК – мікроконтролер;

ПЗ – програмне забезпечення;

ПК – персональний комп'ютер;

ТЗ – технічне завдання.

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Пліснява є однією з проблем, з якою зустрічаються люди, котрі мешкають або працюють в приміщеннях з високим рівнем вологості. Вона є серйозною загрозою для здоров'я людей, зокрема може викликати алергію, захворювання дихальних шляхів та інші проблеми. Згідно з дослідженнями [1], понад 30% будівель у світі мають проблеми зі якістю повітря всередині них. Крім того, пліснява становить загрозу для будівлі в цілому.

Усунення плісняви в приміщенні є важливою задачею для забезпечення здоров'я та комфорту людей. Система детекції плісняви є важливим елементом управління якістю повітря в закритих приміщеннях. Вона може сприяти у створенні безпечного середовища для роботи та проживання людей. Крім того, така система може допомогти у зменшенні енергоспоживання та підтриманні сталої вологості, що знижує витрати на кондиціонування повітря. Тому, задача з розробки комп'ютеризованої системи детекції та усунення плісняви є актуальною та може мати велике значення для покращення якості повітря і здоров'я людей.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка комп'ютеризованої системи, яка здатна вчасно виявляти наявність плісняви в приміщенні та здійснювати заходи щодо її усунення. Це допоможе знизити ризик виникнення захворювань та попередити пошкодження будівельної конструкції.

Основними завданнями роботи є:

- аналіз існуючих комп'ютеризованих засобів для усунення плісняви;
- розробка апаратно-програмного забезпечення для автоматизованого виявлення та усунення плісняви;
- реалізація прототипу системи;
- тестування її ефективності.

Розробка комп'ютеризованої системи детекції плісняви в приміщенні має значний потенціал у забезпеченні здорових та комфортних умов проживання. Ця система може допомогти виявляти плісняву на ранніх стадіях та її ефективно

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

усувати, запобігаючи поширенню і ушкодженню матеріалів та негативному впливу на здоров'я людей.

Комп'ютеризована система детекції та усунення плісняви може мати великий практичний інтерес і потенціал для впровадження в житлових будинках, офісах, медичних установах та громадських закладах. Вона може покращити якість повітря в цих приміщеннях, забезпечуючи здорове та комфортне середовище для перебування людей.

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

1.1 Аналіз умов, що впливають на виникнення плісняви в приміщенні

Аналіз умов і факторів, що впливають на поширення плісняви, дозволить визначити необхідні заходи для ефективного усунення цього проблемного явища. Основні фактори, які можуть сприяти появі та розмноженню плісняви в приміщенні, включають [2]:

– вологість: одним з основних факторів, що сприяють виникненню плісняви, є високий рівень вологості в приміщенні, підвищена вологість спричинена недостатнім провітрюванням, протіканням трубопроводів або недостатнім дренажем;

– недостатня вентиляція: погана циркуляція повітря у приміщенні може створювати сприятливі умови для появи плісняви, недостатня вентиляція може бути обумовлена відсутністю вікон або низькою якістю вентиляційних систем;

– температура: для поширення плісняви температура зазвичай має знаходитися в межах 20-30 °С, екстремальні рівні температури, як надто низькі, так і надто високі, можуть уповільнювати ріст плісняви;

– матеріали: деякі матеріали, такі як шпалери, дерево, гіпсокартон або килими, можуть стати сприятливим середовищем для виникнення плісняви, недостатнє доглядання, пошкодження або потрапляння вологи на ці матеріали можуть сприяти появі плісняви;

– недостатня гігієна: погана гігієна в приміщенні, наприклад, недбале очищення поверхонь, накопичення пилу або залишків їжі, може створювати середовище для розвитку плісняви, забруднення та накопичення органічних речовин можуть стимулювати ріст грибків і сприяти появі плісняви.

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		Гарбич Ю.С.			Аналіз технічного завдання	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевірів</i>		Луцик Н.С.					10	11
<i>Рецензент</i>						ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41		
<i>Н. Контр.</i>		Тиш Є.В.						
<i>Зав. каф.</i>		Осухівська Г.М.						

Аналіз цих умов та факторів дозволяє визначити вимоги до комп'ютеризованої системи детекції та усунення плісняви. Зокрема, система повинна:

- вимірювати та моніторити рівень вологості, що може здійснюватися за допомогою вбудованих датчиків або зовнішніх пристроїв;
- виявляти недостатню вентиляцію та недочасу циркуляції повітря та мати можливість контролювати роботу вентиляційних систем;
- моніторити температуру у приміщенні та виявляти значення, що можуть сприяти поширенню плісняви, система повинна регулювати температурні умови або надавати рекомендації щодо їх зміни;
- моніторити концентрацію вуглекислого газу.

1.2 Огляд існуючих систем детекції плісняви в приміщенні

Для унеможливлення появи плісняви в приміщеннях, розробники та дослідники працюють над створенням систем, які дозволяють вчасно виявляти наявність плісняви та усувати її. Зокрема, існує декілька типів систем, які можуть визначати наявність плісняви в приміщенні [3].

Системи моніторингу вологості та температури. Ці системи базуються на вимірюванні параметрів, які сприяють утворенню плісняви. Вони здатні виявляти зміни вологості та температури, які можуть вказувати на наявність плісняви в приміщенні. Ці сенсори можуть бути розташовані по всьому приміщенню або в певних точках, де вологості зазвичай найбільше. Вони надсилають дані про рівень вологості та температури до центральної системи, яка аналізує ці дані і виявляє наявність плісняви.

Системи, які вимірюють рівень вуглекислого газу в повітрі, можуть виявити наявність плісняви. Пліснява виробляє гази, включаючи CO₂, які можуть бути виявлені відповідними датчиками. Зростання рівня CO₂ може слугувати ознакою проблеми з пліснявою.

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оптичні системи застосовуються для візуального виявлення плісняви на поверхні. Вони використовують різні методи, такі як зображення з використанням камер або лазерів. Завдяки аналізу зображень, оптичні системи можуть точно виявляти плісняву на поверхні та ідентифікувати її тип. Деякі системи також вміють вимірювати площу ураженої області та надавати додаткову інформацію про ступінь ураження.

Існує кілька інноваційних систем детекції плісняви, які використовують різноманітні технології та методи. Розглянемо найпоширеніші з них.

Пірометр Trotec BP25 є пристроєм, призначеним для детекції температури поверхонь та виявлення можливих джерел плісняви в приміщенні. Він працює на основі технології інфрачервоного випромінювання, що дає змогу точно виміряти температуру об'єктів без контакту з ними (рис. 1.1) [4].



Рисунок 1.1 – Пірометр Trotec BP25

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Основні характеристики пірометра Trotec BP25 включають:

- діапазон вимірювання температури: -50°C – $+260^{\circ}\text{C}$, вологості: 0 % – 100 %, що забезпечує достатню гнучкість для різних застосувань;
- точність: пірометр має високу точність вимірювання, що дозволяє отримувати надійні результати;
- швидкість вимірювання: пристрій працює швидко, що забезпечує миттєву відповідь на зміни температури;
- лазерне наведення: пірометр оснащений лазерним наведенням, яке допомагає точно спрямувати пристрій на об'єкт вимірювання.

Незважаючи на свої переваги, пірометр Trotec BP25 має деякі недоліки, які варто враховувати:

- обмежені можливості виявлення плісняви: хоча пірометр може виявити потенційні джерела плісняви шляхом вимірювання температури, він не здатний прямо виявляти саму плісняву, що може обмежити його ефективність у детекції плісняви у важкодоступних місцях або на поверхнях з нерівною структурою;
- залежність від умов вимірювання: пірометр може бути чутливим до впливу деяких факторів, таких як вологість повітря, зовнішніх джерел тепла або відбиття від блискучих поверхонь, це може вплинути на точність його вимірювань і призвести до неточних результатів;
- обмежена функціональність: пірометр Trotec BP25 призначений переважно для вимірювання температури поверхонь і виявлення потенційних джерел плісняви, він не має додаткових функцій, які можуть бути корисними для повноцінного виявлення та усунення плісняви, таких як вимірювання вологості повітря або аналіз повітря на наявність грибків;
- відсутність автоматизованих функцій: пірометр Trotec BP25 не має автоматичних функцій сповіщення або збору даних, він просто надає інформацію про температуру поверхні, і рішення про подальші дії залежить від оператора.

Загалом, пірометр Trotec BP25 є корисним інструментом для вимірювання вологості та температури поверхонь і виявлення можливих джерел плісняви.

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Проте, його обмежена функціональність і залежність від умов вимірювання можуть ускладнити його застосування в деяких умовах. Для повноцінної детекції та усунення плісняви може бути необхідно використовувати додаткові інструменти та методи.

Пірометр testo 805i та гігрометр testo 605i є пристроями, які використовуються для діагностування плісняви шляхом вимірювання температури і вологості (рис. 1.2) [5].



Рисунок 1.2 – Пірометр testo 805i та гігрометр testo 605i для виявлення плісняви

Основні характеристики цих пристроїв наведені нижче. Пірометр testo 805i:

- метод вимірювання: безконтактний інфрачервоний замір температури;
- діапазон вимірювання температури: -30°C – $+250^{\circ}\text{C}$;
- має функцію спрямованого лазерного променя для точного позиціонування.

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Гігрометр testo 605i:

- метод вимірювання: електронний замір вологості;
- діапазон вимірювання вологості: 0% – 100%;
- має вбудований датчик температури.

Недоліками цього комплекту можуть бути наступні аспекти:

- точність вимірювання пірометра $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ або $\pm 1.5\%$ може бути недостатньою для деяких задач;
 - для отримання повної функціональності і збереження вимірювань необхідний зв'язок з мобільними гаджетами через Bluetooth, що може бути незручно або обмежувати доступність пристроїв для використання, особливо якщо немає сумісних мобільних пристроїв або існують проблеми з підключенням;
 - комплект пірометра та гігрометра спрямований виключно на вимірювання температури і вологості, він не має інших додаткових функцій, які можна застосувати при діагностуванні наявності плісняви, наприклад, вимірювання рівня CO_2 або виявлення інших забруднень повітря;
 - як і більшість вимірювальних приладів, комплект пірометра та гігрометра вимагає періодичного калібрування для забезпечення точності вимірювань, що може потребувати додаткових витрат часу та зусиль для користувача.

Результати порівняльного аналізу різних систем детекції плісняви в приміщенні свідчать про наявність різних підходів та технологій у цій галузі. Багато систем використовують гігрометри для вимірювання вологості в повітрі [5]. Ці датчики зазвичай точні та надійні, і їх результати використовуються для виявлення умов, сприятливих для розвитку плісняви. Важливо розуміти, що вимірювання вологості в повітрі само по собі не є безпосереднім показником наявності плісняви.

Деякі системи використовують термодавачі або пірометри для вимірювання температури [4], зміна якої може бути ознакою наявності плісняви. Проте, такі датчики не здатні прямо виявляти саму плісняву, а лише вказувати на можливі проблеми.

					<i>КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інші системи використовують спеціальні давачі для виявлення спор плісняви в повітрі. Ці давачі працюють на основі детектування аерозольних часток або біологічних маркерів, що випускаються пліснявою. Цей підхід може бути більш точним і прямим показником наявності плісняви, але може вимагати наявності спеціального лабораторного обладнання, яке дасть змогу відрізнити спори плісняви від звичайного пилу.

Існують системи, які використовують спостереження з використанням методів комп'ютерного зору на основі аналізу зображення для виявлення ознак присутності плісняви в приміщенні. Цей підхід передбачає використання камер або інфрачервоних пристроїв для сканування поверхонь та виявлення змін у зображеннях, що можуть інформувати про наявність плісняви. Це дозволяє отримувати візуальну інформацію і проводити аналіз за допомогою спеціалізованого ПЗ.

Незважаючи на різні підходи та технології, які використовуються в системах детекції плісняви в приміщенні, жодна з цих систем не є універсальною та ідеальною, кожна має свої обмеження. Для досягнення більш точних та надійних результатів рекомендується комбінувати кілька методів та давачів.

В кваліфікаційній роботі пропонується розробити систему детекції плісняви, особливістю якої буде аналіз не лише показника вологості повітря, а також концентрації CO₂ в приміщенні, який виділяється при наявності плісняви. Перевагою даної системи є її конкурентоспроможна вартість, яка значно нижча в порівнянні з аналогами, що присутні на ринку.

1.3 Аналіз вимог до системи детекції плісняви в приміщенні

На основі аналізу існуючих систем сформульовано вимоги до комп'ютеризованої системи детекції плісняви в приміщенні:

– надійність: необхідно забезпечити надійну та безперебійну роботу системи, забезпечуючи стабільну детекцію плісняви, вона повинна бути

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

захищеною від електромагнітних перешкод, перенапруг та інших непередбачених ситуацій;

– гнучкість: комп'ютеризована система має бути здатною адаптуватися до різних умов приміщень, вона повинна враховувати різні типи поверхонь, матеріалів та конструкцій приміщень, а також має пристосовуватися до змін у вологості, температурі та інших факторах;

– інтеграція: комп'ютеризована система повинна мати змогу інтегруватися з існуючими системами безпеки та автоматизації приміщень, що покращить ефективність у виявленні та усуненні плісняви;

– зручність в експлуатації: комп'ютеризована система має бути зручною у використанні для власників приміщення, користувацький інтерфейс має бути інтуїтивно зрозумілим;

– моніторинг та звітність: система повинна вести постійний моніторинг умов приміщення та збирати дані для аналізу, вона повинна надавати звіти та статистику про виявлені ознаки плісняви та вжиті заходи для її усунення;

– автоматичне сповіщення: комп'ютеризована система повинна автоматично сповіщати власників або відповідні служби про виявлення плісняви та надавати рекомендації для її усунення;

– економічна ефективність: вартість системи повинна бути значно нижчою в порівнянні з аналогічними системами на ринку.

Для успішної реалізації комп'ютеризованої системи детекції та усунення плісняви в приміщенні, необхідно провести аналіз вимог до цієї системи на основі технічного завдання.

Відповідно до ТЗ комп'ютеризована система повинна відповідати функціональним вимогам:

– виявлення наявності плісняви в приміщенні шляхом аналізу факторів, які можуть вказувати на її присутність;

– усунення плісняви в автоматичному або напівавтоматичному режимі за допомогою різних методів, таких як зниження вологості, вентиляція приміщення тощо;

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- моніторинг параметрів приміщення, які можуть впливати на розвиток плісняви;
- інформування та оповіщення користувача про виявлення плісняви в приміщенні;
- архівування параметрів повітря приміщення впродовж певного часового проміжку, що дозволяє аналізувати дані та виявляти тенденції у поширенні плісняви.

Аналіз цих вимог дозволить запропонувати можливі рішення для розробки системи детекції плісняви, яка буде ефективно працювати у різних умовах та забезпечувати здорове середовище в приміщенні. Використання сучасних технологій і комп'ютеризованих систем дозволяє покращити ефективність процесу детекції та усунення плісняви. Наприклад, застосування давачів вологості, температури, концентрації CO₂ дозволяє збирати реальні дані про умови приміщення для подальшого аналізу. Застосування технологій інтернету речей, впровадження аналітичних алгоритмів дасть змогу здійснювати прогнозування поширення плісняви для ефективного запобігання цьому процесу.

1.4 Аналіз можливих рішень поставленого завдання

Комп'ютеризована система детекції та усунення плісняви повинна бути спроможною виявляти проблеми з вологістю та пліснявою в реальному часі, що дозволить оперативно реагувати та запобігати поширенню плісняви в приміщенні. Крім того, можливість автоматичного усунення плісняви зменшуватиме необхідність ручного втручання та забезпечуватиме ефективне використання ресурсів.

В комп'ютеризованій системі потрібно передбачити можливість оновлення та розширення функціональності. Комп'ютеризована система має володіти потенціалом для подальшого розвитку та модернізації. Наприклад, можна розглянути можливість інтеграції системи з хмарними технологіями для

					<i>КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

збереження та аналізу даних, а також розширити функціональні можливості системи шляхом додавання додаткових сенсорів або функцій.

За допомогою комп'ютеризованої системи детекції плісняви необхідно забезпечити можливість автоматичного її усунення завдяки використанню вентиляційних або очищувальних пристроїв, що сприятиме збереженню матеріальних цінностей та здоров'я користувачів приміщення.

На основі аналізу вимог до системи детекції та усунення плісняви в приміщенні потрібно обрати необхідні технології та компоненти для її реалізації. Зокрема, для вимірювання вологості, температури та концентрації CO₂ можуть використовуватися давачі, які забезпечують точність та надійність вимірювання. Для обробки даних та управління роботою системи можна використовувати мікроконтролер, який забезпечить необхідний рівень потужності обчислень та широкі можливості програмування.

Комп'ютеризована система має мати модульну структуру, яка дозволить замінювати окремі компоненти та збільшувати функціональні можливості. Вона повинна бути автоматизованою, що забезпечить швидке виявлення та усунення плісняви. Доцільно передбачити можливість комунікації з іншими системами та пристроями (наприклад, з системою вентиляції чи кондиціонування повітря). Комп'ютеризована система повинна бути сумісною з різними типами давачів, засобів контролю та управління.

					<i>КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						19
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка структури системи детекції плісняви

Структура системи детекції плісняви (КСДП) в приміщенні включає наступні основні компоненти:

- давач температури та вологості;
- давач вуглекислого газу;
- мікроконтролер;
- WiFi модуль;
- LCD-дисплей;
- реле;
- вентилятор.

Мікроконтролер є центральним компонентом системи, який керує збором та обробкою даних з давачів. Мікроконтролер має запрограмований алгоритм для виявлення плісняви, а також відповідає за взаємодію з іншими елементами системи.

В цій комп'ютеризованій системі будуть застосовуватися давачі різного типу для збору даних про показники, що вказують на наявність плісняви, такі як вологість, температура, концентрація вуглекислого газу. Їх розміщують в різних місцях для збору розподілених даних. Система має засоби для вентиляції приміщення, які вмикаються через переключення контактів реле, отримуючи керуючий сигнал від мікроконтролера.

Система має можливість передавати дані через комунікаційні канали, такі як WiFi. Це дозволяє реалізувати віддалений моніторинг. Інформація про стан системи може бути передана на хмарну платформу та виведена на різних пристроях, таких як ПК або смартфон.

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		Гарбич Ю.С.			Проектна частина	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевірів</i>		Луцук Н.С.					20	16
<i>Рецензент</i>						ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41		
<i>Н. Контр.</i>		Тиш Є.В.						
<i>Зав. каф.</i>		Осухівська Г.М.						

Це дозволить оператору спостерігати за станом приміщення впродовж певного періоду та робити висновок про наявність сприятливих умов для появи плісняви.

Структурна схема системи детекції плісняви в приміщенні показана на рисунку 2.1.

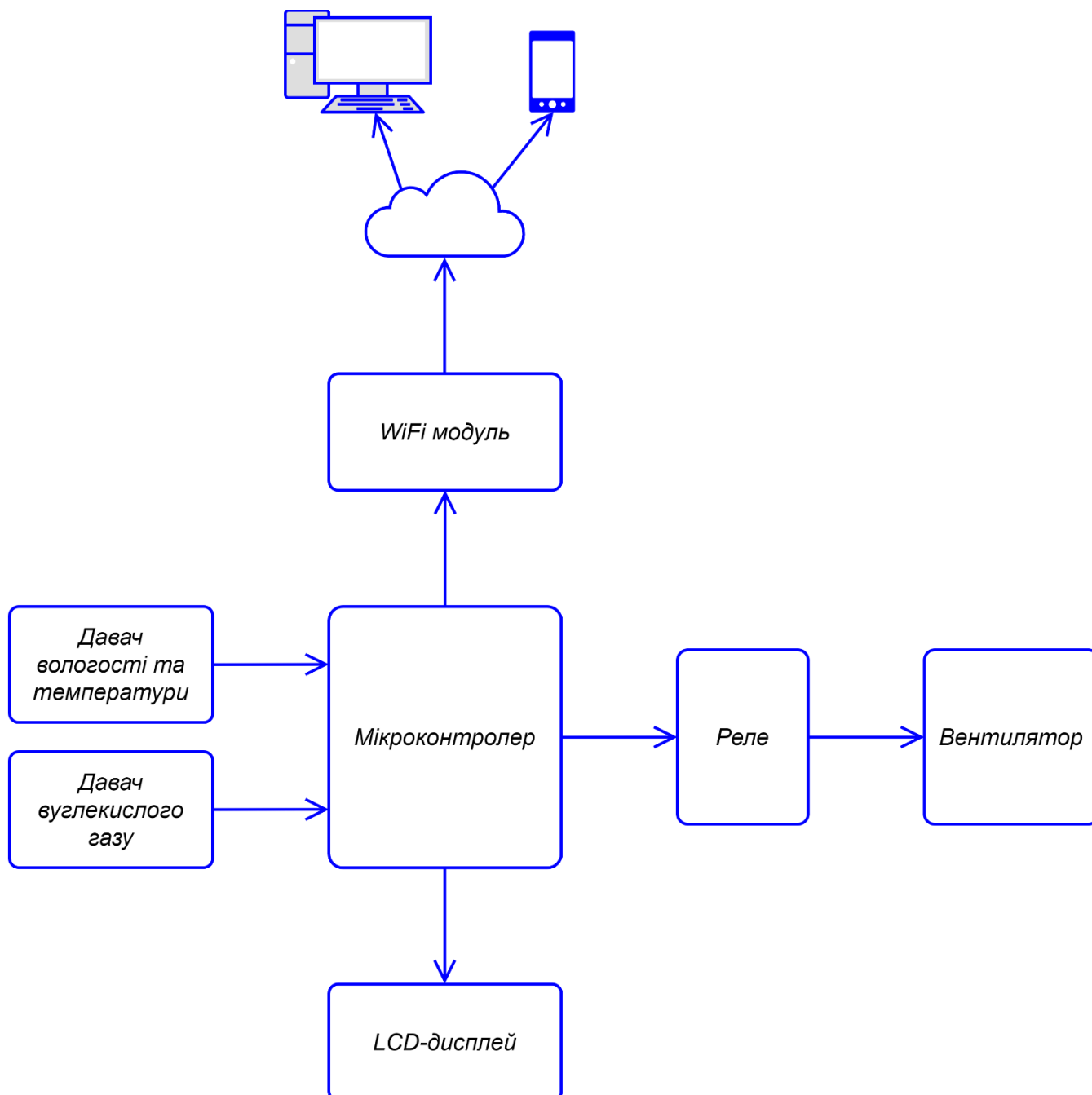


Рисунок 2.1 – Структурна схема КСДП в приміщенні

2.2 Обґрунтування вибору апаратного забезпечення системи детекції плісняви в приміщенні

2.2.1 Мікроконтролерна платформа для комп'ютеризованої системи

Keystudio Uno R3 – це мікроконтролерна плата (рис. 2.2), яка базується на популярній платформі Arduino Uno. Вона є вдосконаленою її версією, розробленою компанією Keystudio [6] для забезпечення зручного та ефективного програмування та розробки проєктів, в тому числі – комп'ютеризованої системи детекції плісняви в приміщенні.

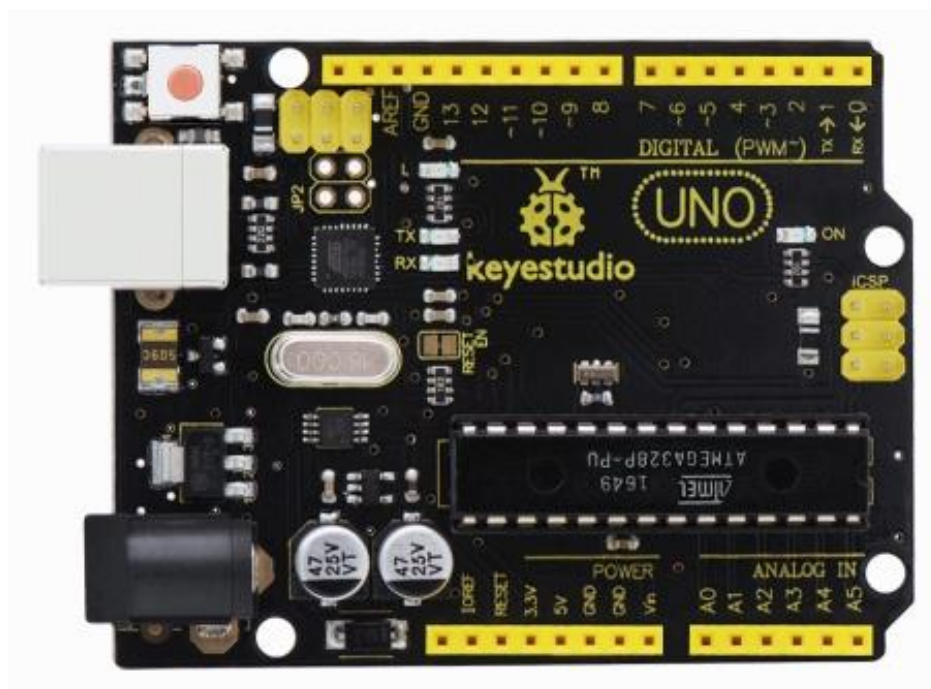


Рисунок 2.2 – Платформа UNO R3 від Keystudio

Ця плата володіє всіма основними характеристиками Arduino Uno, включаючи модель мікроконтролера ATmega328P, чотирнадцять цифрових входів/виходів, шість аналогових входів, вбудований USB-інтерфейс для програмування та зв'язку з ПК, а також підтримку середовища Arduino IDE.

В таблиці 2.1 приведені характеристики плати UNO R3. Ці характеристики роблять Keystudio Uno R3 потужною та універсальною мікроконтролерною

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

платформою для розробки різноманітних електронних проєктів, в тому числі – комп’ютеризованої системи детекції плісняви в приміщенні.

Таблиця 2.1 – Характеристики платформи UNO R3

Характеристика	Значення
Модель мікроконтролера	ATmega328P
Робоча напруга	5 В
Вхідна напруга	7-12 В
Цифрові входи/виходи	14
Аналогові входи	6
ШІМ-виходи	6
Вбудована пам'ять	32 КБ (з яких 0,5 КБ використовуються для загрузчика)
Тактова частота	16 МГц
Інтерфейси зв'язку	USB, UART
Розміри	68.6 x 53.4 мм

Однак Keystudio Uno R3 має деякі додаткові особливості і покращення. Вона має більш зручний роз'єм, що дозволяє подавати живлення через DC Jack або USB. Крім того, вона має додаткові контакти для підключення датчиків та модулів безпосередньо до плати, що спрощує підключення та розширення функціональності.

Keystudio Uno R3 підтримує широкий спектр сенсорів, актуаторів та інших модулів, що дозволяє реалізувати різноманітні проєкти в галузі робототехніки, автоматизації, Інтернету речей тощо. Вона є надійним та стабільним інструментом для розробників та студентів, які бажають експериментувати та створювати власні електронні проєкти. Функціональне призначення виводів плати Keystudio Uno R3 зображене на рисунку 2.3.

2.2.2 Давач вологості DHT11

DHT11 є цифровим давачем вологості та температури, який обладнаний ємнісним термістором та вологоміром. На рисунку 2.4 зображений зовнішній вигляд давача DHT11.



Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд давача DHT11

Давач підключається до мікроконтролера використовуючи лише три виводи. Живиться DHT11 від напруги +5 В. Вихідну лінію давача S необхідно підтягнути резистором до лінії живлення. В таблиці 2.2 наведені основні характеристики давача DHT11.

Таблиця 2.2 – Характеристики давача DHT11

Характеристика	Значення
Діапазон вимірювання вологості	5 - 95% RH \pm 5%
Діапазон вимірювання температури	-20 ~ +60 °C \pm 2%
Напруга живлення	3,5 – 5,5 В
Частота опитування	не більше 1 Гц

2.2.3 Дисплей LCD 1602

Символьний дисплей LCD 1602 є популярним пристроєм для виведення текстової інформації у проектах з мікроконтролерами. Він складається з 2 рядків по 16 символів кожен, що дозволяє відобразити до 32 символів одночасно (рис. 2.5).



Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд дисплея LCD 1602

Дисплей LCD 1602 легко підключається до мікроконтролерів Arduino за допомогою паралельного інтерфейсу. За допомогою спеціальних бібліотек і команд, можна контролювати вміст дисплея, відобразити текст, числа, символи та створювати власні зображення. Дисплей LCD 1602 є надійним, вигідним та простим у використанні пристроєм, який широко застосовується у проектах, де потрібне відображення текстової інформації. Він забезпечує зручну інтерактивну взаємодію з користувачем, дозволяючи виводити повідомлення, статуси, значення датчиків та іншу корисну інформацію. Основні технічні характеристики дисплея LCD 1602 наведені в таблиці 2.3.

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Таблиця 2.3 – Основні характеристики дисплея LCD 1602

Параметр	Значення
Розмір екрану	16 символів x 2 рядки
Кількість символів	32
Тип зв'язку	Паралельний (8-бітний або 4-бітний)
Розмір символів	5x8 пікселів
Контрастність	Налаштовується за допомогою потенціометра
Підсвітка	Біла або синя LED
Керування	Контролер HD44780 або сумісний контролер
Інтерфейс	16 контактів

Дисплей LCD 1602 також може використовуватися для створення меню, відображення графіків та діаграм, а також для відображення символів зі спеціальних наборів. Завдяки компактним розмірам і легкій установці, дисплей може бути використаний у широкому спектрі проектів, включаючи систему детекції плісняви в приміщенні.

Незважаючи на свої переваги, деякі недоліки дисплея LCD 1602 також варто враховувати. Одним з недоліків є обмежений розмір екрану, що обмежує кількість інформації, яку можна вивести одночасно. Крім того, через використання світлодіодної підсвітки, дисплей може бути менш читабельним у яскравому освітленні або при певних кутах огляду. Також недоліками дисплея LCD 1602 є обмежений розмір та відсутність кольорового відображення. У деяких випадках, LCD 1602 потребує більше пінів для підключення, що може бути не зручно, особливо при обмежених ресурсах мікроконтролера.

Однак, з урахуванням своєї доступності, варіативних можливостей підключення та широкого спектру застосувань, дисплей LCD 1602 залишається популярним вибором для проектів, де потрібне просте інтерфейсне відображення текстової інформації. З правильним програмуванням та налаштуванням, цей дисплей буде корисним компонентом системи детекції плісняви в приміщенні.

2.2.4 Давач концентрації вуглекислого газу

MQ-135 є одним з поширених і доступних датчиків для вимірювання якості повітря. Окрім вимірювання концентрації CO₂, датчик MQ-135 також може використовуватись для виявлення диму та інших шкідливих газів у повітрі. Модуль датчика MQ-135 застосовується в комп'ютеризованій системі для вимірювання рівня концентрації CO₂ в повітрі приміщення (рис. 2.6).

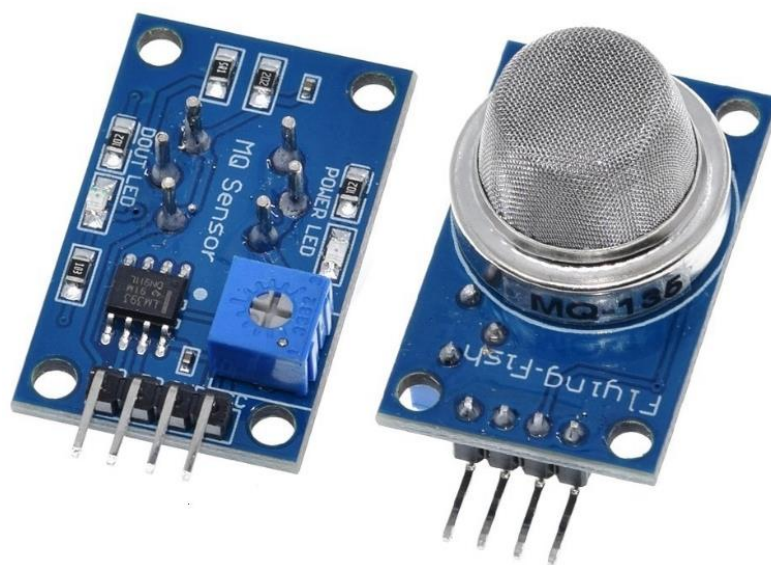


Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд датчика концентрації CO₂ MQ-135

Основною функцією датчика MQ-135 є визначення концентрації CO₂ у повітрі. У нього є вбудований нагрівальний елемент, який гріється при підключенні до джерела живлення. При підвищенні концентрації CO₂ в повітрі змінюється опір нагрівального елемента, що дозволяє виявити наявність цього газу.

Датчик MQ-135 видає аналоговий сигнал, пропорційний концентрації CO₂ у повітрі. Його вимірювальний діапазон зазвичай становить від 0 до 5000 ppm (частин на мільйон). Вимірювання проводиться з використанням мікроконтролера, який отримує значення опору нагрівального елемента. Технічні характеристики датчика концентрації CO₂ MQ-135 представлені у таблиці 2.4.

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Таблиця 2.4 – Основні характеристики давача MQ-135

Параметр	Значення
Номінальна напруга	5 В
Робочий струм	< 40 мА
Діапазон вимірювання	0 до 5000 ppm
Чутливість	$0.6 \pm 0.1 R$ в ppm CO ₂
Опір нагрівального елемента	$31 \pm 3 \Omega$
Опір навантаження	20 кОм
Температурний діапазон	-10 °С до +50 °С
Вологість	95% RH (без конденсації)

На зворотній стороні плати модуля MQ-135 знаходиться компаратор LM393, який служить для порівняння рівня концентрації CO₂ з пороговим значенням, яке можна налаштувати за допомогою потенціометра. Діапазон напруги вихідного аналогового сигналу становить 0 – 5 В. Схема електрична давача MQ-135 зображена на рисунку 2.7.

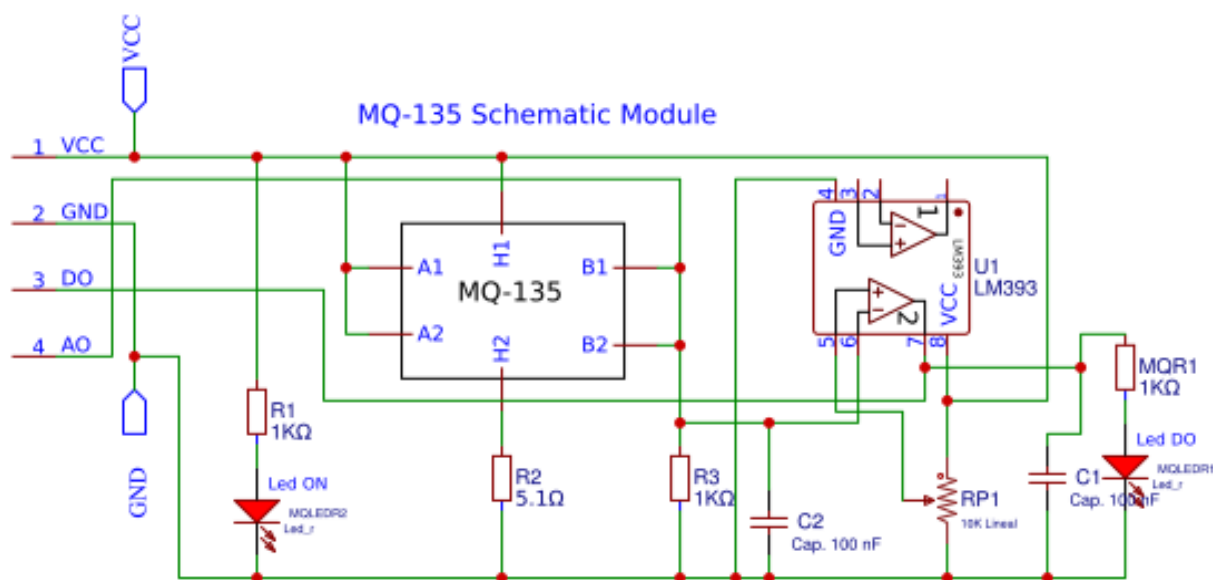


Рисунок 2.7 – Схема електрична давача MQ-135

Отже, давач MQ-135 є доступним та простим у використанні рішенням для виявлення CO₂ у приміщеннях де може бути пліснява.

2.2.5 Модуль реле

Модуль реле є простим і зручним пристроєм для керування вимиканням або включенням електричних пристроїв з використанням мікроконтролера (рис. 2.8). В даному проєкті реле буде застосовуватись для керування вентилятором з метою збільшення циркуляції повітря в приміщенні та зниженні його вологості.

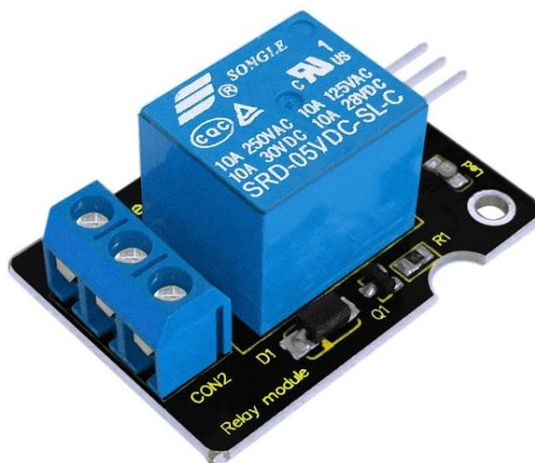


Рисунок 2.8 – Модуль реле

Компактний розмір реле, низьке споживання енергії роблять його зручним засобом керування. Проте, використання модуля реле вимагає врахування електричних параметрів підключених навантажень. В таблиці 2.5 приведені основні технічні характеристики модуля реле SRD-05VDC.

Таблиця 2.5 – Основні характеристики модуля реле

Параметр	Значення
Напруга живлення	5 В постійного струму (DC)
Струм споживання	Близько 20 мА в режимі очікування
Максимальний струм комутації	До 10 А
Максимальна напруга комутації	До 250 В постійного або змінного струму
Кількість контактів	5
Захист від зворотного струму	Присутній

2.2.6 WiFi модуль ESP8266

В якості WiFi модуля для передачі даних до віддаленого сервера в комп'ютеризованій системі використано плату ESP8266, яка створена на основі мікроконтролера ESP8266MOD (рис. 2.9).

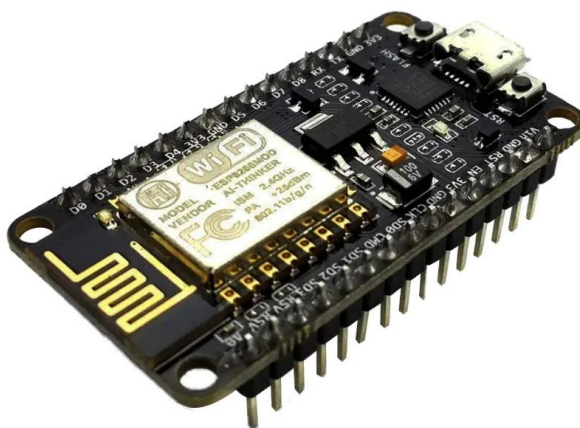


Рисунок 2.9 – Зовнішній вигляд WiFi модуля ESP8266

Модуль дає змогу реалізувати підключення плати Arduino Uno до інтернету чи локальної мережі по бездротовому зв'язку. ESP8266 містить USB конвертер для з'єднання з ПК чи іншими пристроями через COM-порт. В таблиці 2.6 представлені характеристики WiFi модуля ESP8266 [7].

Таблиця 2.6 – Характеристики WiFi модуля ESP8266

Характеристика	Значення
Частота мікроконтролера	80 МГц
Кількість аналогових входів	1
Кількість цифрових виводів	9
Інтерфейси цифрових виводів	SPI, I ² C, UART
Напруга	3,3 В
Споживання струму	100 мА
Максимальний струм виводів	12 мА
Об'єм пам'яті	512 кБ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ

Арк.

31

Живиться ESP8266 від джерела напруги 3,3 В через micro-USB роз'єм. Завантажити програми з ПК можна через USB кабель завдяки USB-UART конвертеру CP2104. На рисунку 2.10 показане призначення виводів плати ESP8266.

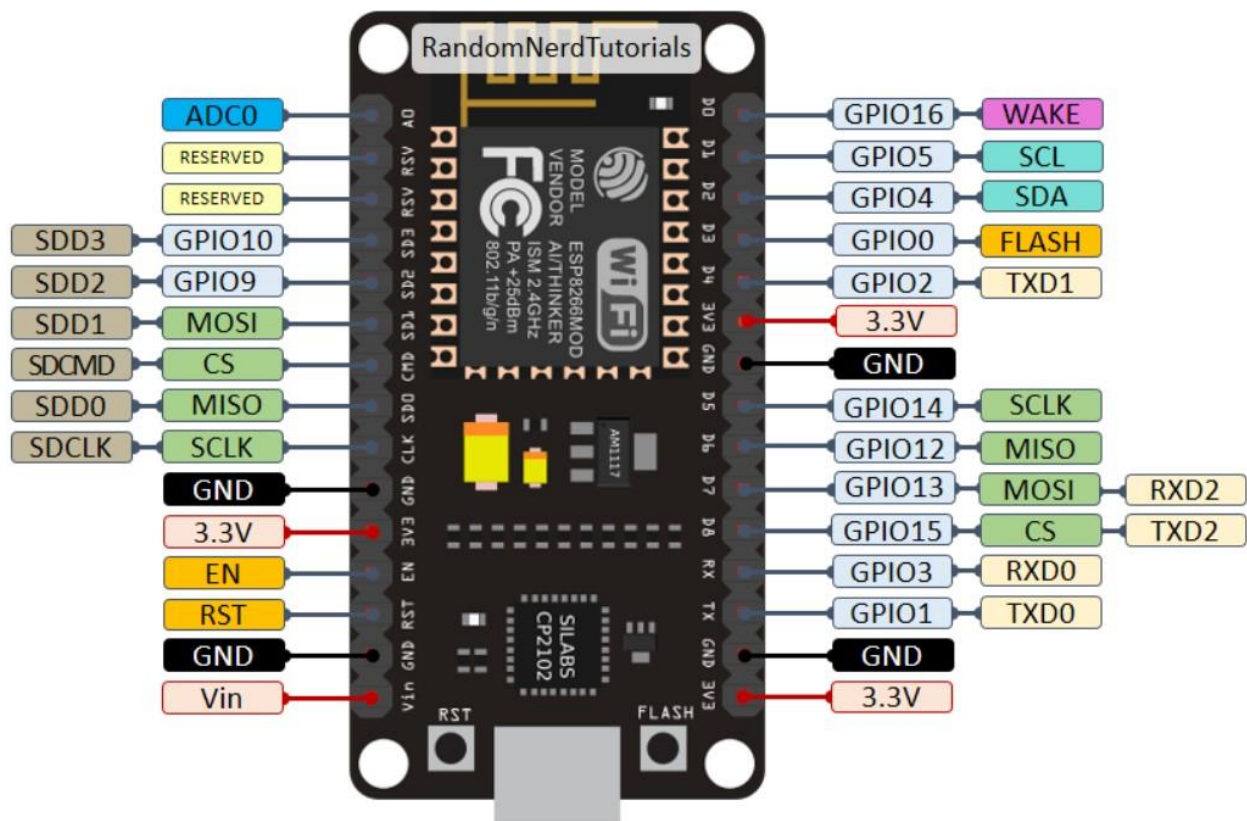


Рисунок 2.10 – Призначення виводів плати ESP8266

Модуль ESP8266 містить флеш-пам'ять об'ємом 512 кБ. На платі розміщені дев'ять цифрових виводів та один аналоговий. Наявні інтерфейси: I²C, SPI, та UART. Модуль ESP8266 має можливість під'єднання до WiFi на частоті 2,4 ГГц. Він може підтримувати такі режими роботи:

- одночасно точка доступу і клієнт;
- лише точка доступу;
- лише клієнт.

2.3 Опис електричної схеми пристрою для детекції плісняви

Електрична принципова схема пристрою для детекції плісняви в приміщенні наведена на рисунку 2.11. Схема містить давач вологості і температури U1 та давач вуглекислого газу U2, які вимірюють показники, що вказують на наявність плісняви в приміщенні.

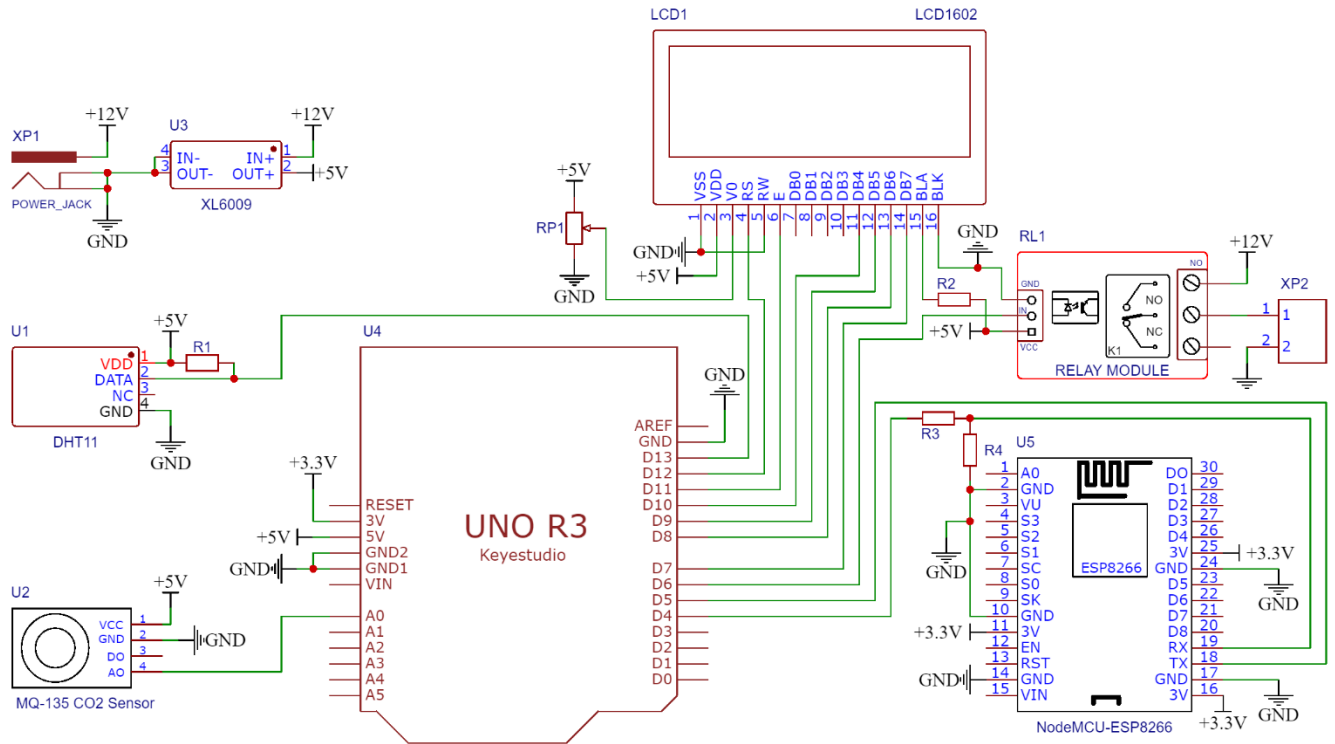


Рисунок 2.11 – Електрична принципова схема пристрою для детекції плісняви в приміщенні

Для обробки сигналів з давачів і керування системою використовується мікроконтролерна платформа UNO R3 від Keystudio U4. Вона відповідає за опитування давачів і обмін даними з іншими компонентами схеми. Інформація про виміряні параметри може бути виведена на символічний LCD-дисплей, який має позиційне позначення LCD1 на схемі.

При виявленні факторів, які вказують на поширення плісняви в приміщенні, система генерує керуючий сигнал для перемикання реле RL1. Це запускає процес

обертання вентилятора, який підключається через роз'єм XP2, що дозволяє підвищити циркуляцію повітря та знизити його вологість.

WiFi модуль U5 дозволяє надсилати дані про результати вимірювань датчиків на сервер. Він отримує інформацію від мікроконтролера через UART інтерфейс. При цьому резистори R3 і R4 формують подільник напруги для узгодження рівнів сигналів TX і RX.

2.4 Обґрунтування вибору хмарної платформи для реалізації комп'ютеризованої системи

Хмарна платформа ThingSpeak розроблена для збору, аналізу та візуалізації даних з різних сенсорів та пристроїв IoT (рис. 2.12) [8]. Ця платформа була вибрана для реалізації даної системи через наявність простого інтерфейсу. Вона дозволяє керувати каналами, налаштувати поля для збереження інформації, а також візуалізувати та аналізувати дані. Це робить процес інтеграції з системою детекції плісняви зручним.

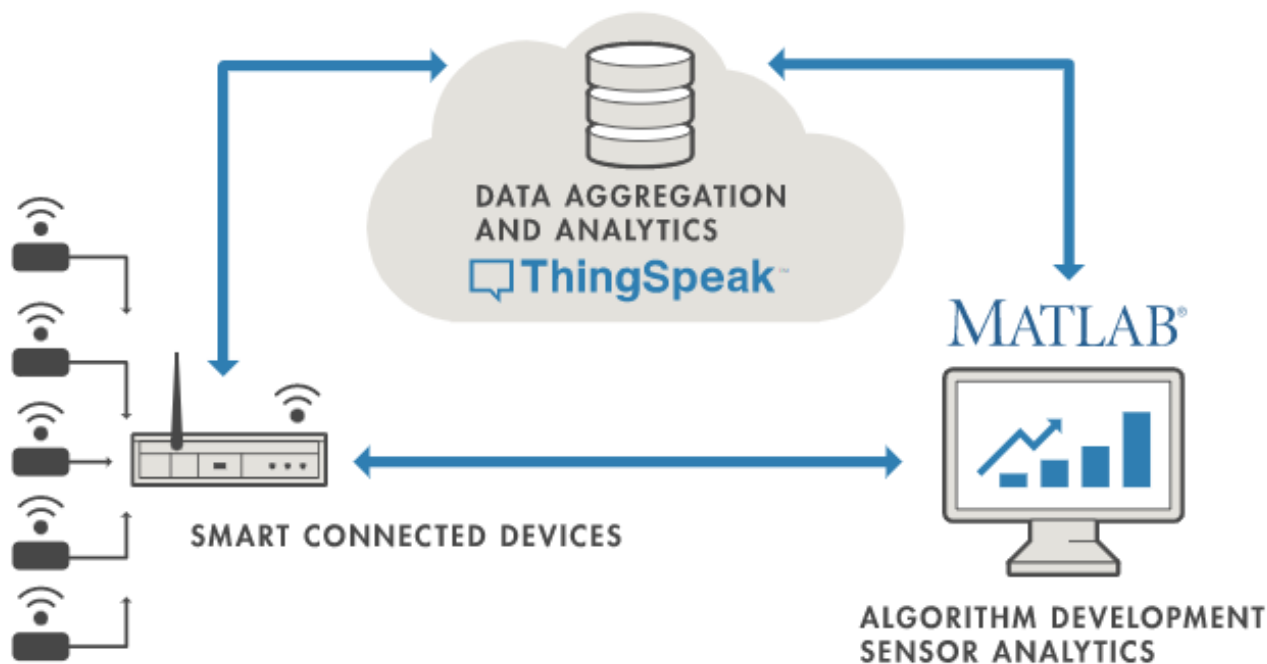


Рисунок 2.12 – Хмарна платформа ThingSpeak

ThingSpeak надає можливість зберігати дані в реальному часі та здійснювати аналіз цих даних за допомогою вбудованих функцій та скриптів Matlab. Це дозволяє виявляти залежності, тренди та кореляції між показниками температури, вологості, концентрацією вуглекислого газу та наявністю плісняви в приміщенні.

Платформа ThingSpeak забезпечує можливість віддаленого доступу до даних, що дозволяє користувачам моніторити показники мікроклімату приміщення в реальному часі з будь-якого місця [9]. Крім того, можна налаштувати можливість доступу до даних для інших користувачів, що дозволяє забезпечити спільну роботу та обмін інформацією.

Сервіс ThingSpeak має API, яке дозволяє інтегрувати його з іншими сервісами та платформами IoT, такими як IFTTT, Raspberry Pi, Arduino, ESP8266 тощо [10]. Це дає можливість розширити функціональність системи та використовувати її в поєднанні з іншими інтелектуальними пристроями та рішеннями.

Отже, вибір платформи ThingSpeak обґрунтований її зручним інтерфейсом, можливостями зберігання та аналізу даних, віддаленим доступом. Це важливо для реалізації дистанційного моніторингу для комп'ютеризованої системи детекції плісняви в приміщенні.

					<i>КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		35

РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Опис алгоритму роботи комп'ютеризованої системи детекції плісняви в приміщенні

Алгоритм функціонування комп'ютеризованої системи детекції плісняви в приміщенні містить такі етапи.

1) Підключення зовнішніх бібліотек, визначення виводів мікроконтролера та констант, ініціалізація об'єктів, таких як датчики, дисплей та інші пристрої.

2) Опитування датчиків, які вимірюють параметри, що можуть вказувати на наявність плісняви, зокрема: вологість, температуру, концентрацію вуглекислого газу.

3) Порівняння отриманих даних з пороговими значеннями. На основі порівняння система визначає чи існує ризик появи плісняви в цьому приміщенні:

– якщо значення вологості чи концентрації CO₂ перевищує норму, то мікроконтролер виводить повідомлення на LCD дисплеї про високий ризик появи плісняви та вмикає вентилятор для циркуляції повітря;

– якщо виміряні параметри не перевищують порогові значення, то вентилятор вимикається і повідомлення про ризик появи плісняви зникає.

4) Передача даних про виміряні параметри мікроклімату приміщення до WiFi модуля через послідовний інтерфейс.

5) Надсилання даних до хмарної платформи ThingSpeak за допомогою WiFi модуля для збереження, моніторингу та подальшого аналізу. Цей процес відбувається в декілька етапів:

- встановлення підключення до WiFi мережі;
- зчитування даних, які надходять через послідовний порт, та їх обробка;
- відправлення даних до платформи ThingSpeak.

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		Гарбич Ю.С.			Практична частина	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевірів</i>		Луцик Н.С.					36	14
<i>Рецензент</i>						ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41		
<i>Н. Контр.</i>		Тиш Є.В.						
<i>Зав. каф.</i>		Осухівська Г.М.						

Блок-схема алгоритму функціонування системи детекції плісняви в приміщенні представлена на рисунку 3.1.

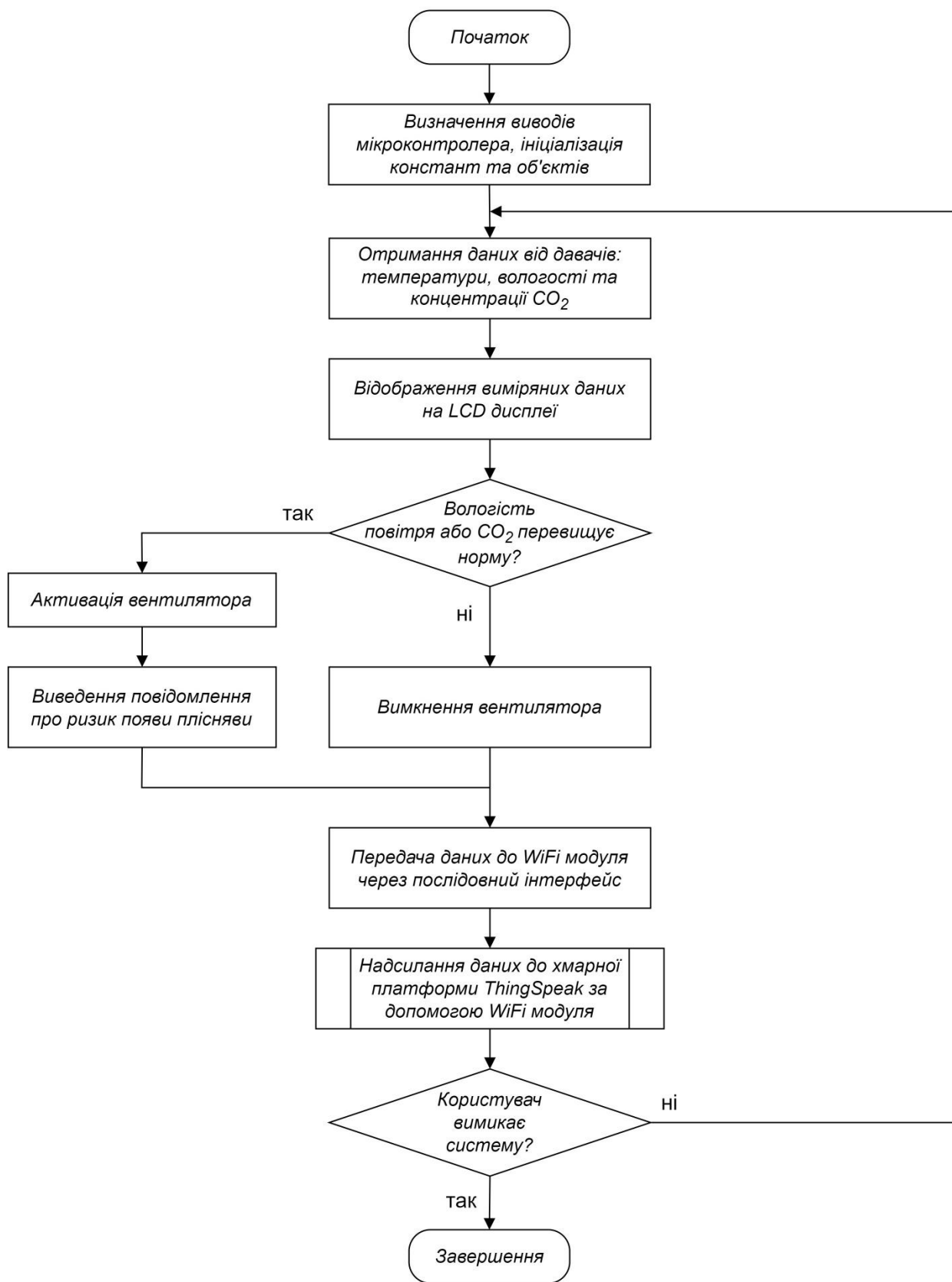
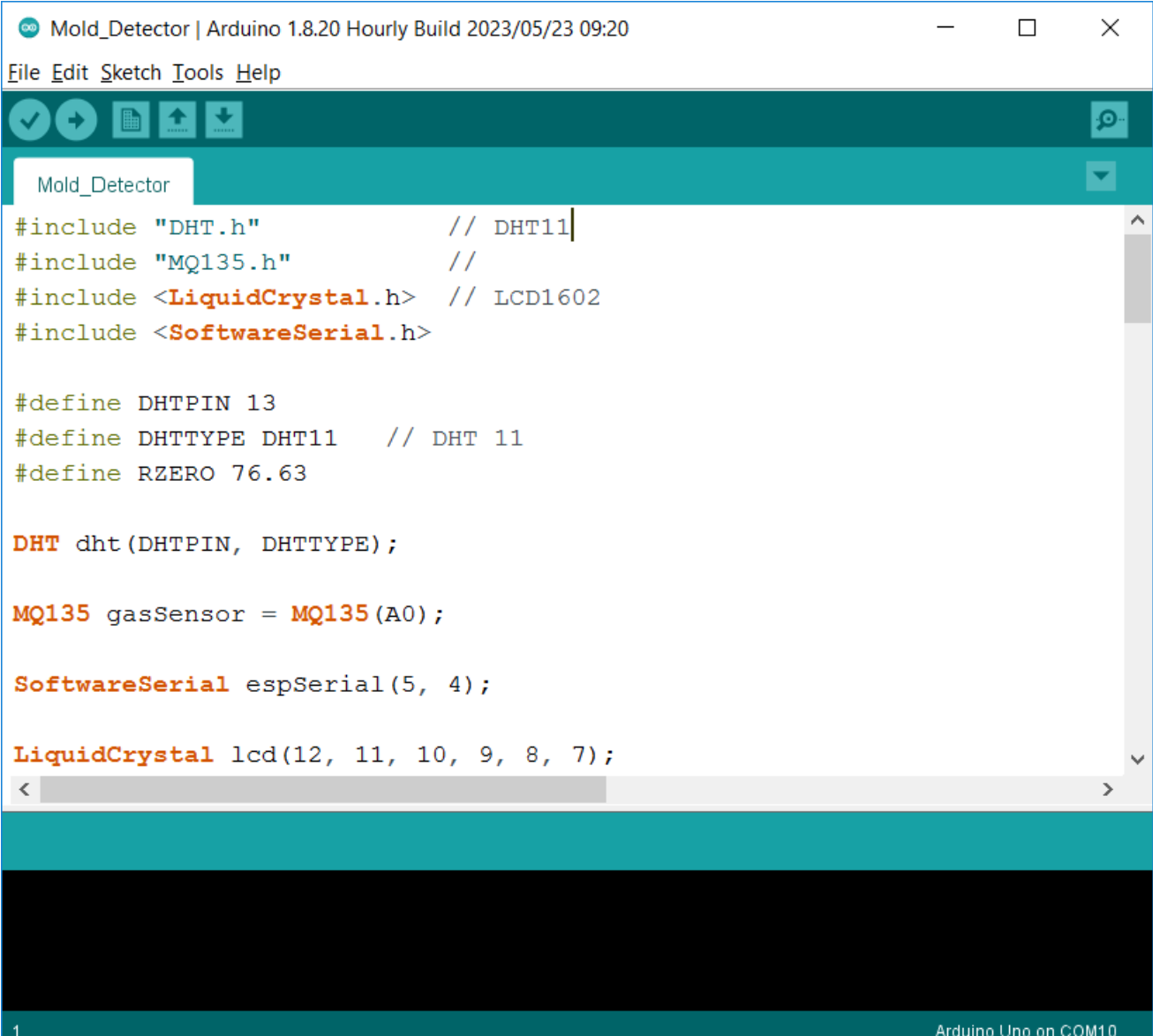


Рисунок 3.1 – Блок-схема алгоритму функціонування системи детекції плісняви

3.2 Розробка програмного забезпечення

Для написання ПЗ для мікроконтролера комп'ютеризованої системи детекції плісняви в приміщенні було обрано середовище Arduino IDE (рис. 3.2), яке має інтуїтивно зрозумілу структуру, просту мову програмування та багатий набір функцій, що допомагають зосередитися на самому процесі розробки, а не на складних налаштуваннях середовища.



```
Mold_Detector | Arduino 1.8.20 Hourly Build 2023/05/23 09:20
File Edit Sketch Tools Help
Mold_Detector
#include "DHT.h"           // DHT11
#include "MQ135.h"         //
#include <LiquidCrystal.h> // LCD1602
#include <SoftwareSerial.h>

#define DHTPIN 13
#define DHTTYPE DHT11    // DHT 11
#define RZERO 76.63

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

MQ135 gasSensor = MQ135(A0);

SoftwareSerial espSerial(5, 4);

LiquidCrystal lcd(12, 11, 10, 9, 8, 7);
1 Arduino Uno on COM10
```

Рисунок 3.2 – Середовище Arduino IDE

За допомогою Arduino IDE, можна легко програмувати мікроконтролери, використовуючи мову C/C++. Це дозволяє реалізовувати різноманітні функції та процедури, від простих до складних [11]. Arduino IDE має вбудовану підтримку для Arduino- та ESP-сумісних плат, включаючи можливість використання бібліотек, які спрощують роботу з різними компонентами, такими як сенсори, актуатори і модулі комунікації. Це забезпечує зручну і легку інтеграцію давачів і пристроїв, необхідних для реалізації системи детекції плісняви.

Arduino IDE має вбудований монітор послідовного порту, який дозволяє відстежувати та відлагоджувати взаємодію з мікроконтролером. Він може відображати вихідні дані, помилки та іншу інформацію, що допомагає в розробці та налагодженні програм. Застосунок Arduino IDE є безкоштовним, що дозволяє знизити витрати на розробку та реалізацію комп'ютеризованої системи.

Отже, використання середовища Arduino IDE для розробки комп'ютеризованої системи детекції плісняви в приміщенні є раціональним вибором з урахуванням його простоти використання, підтримки апаратної платформи, наявності спільноти розробників та розширюваності.

На початку програми знаходиться код, який включає декілька рядків з директивами підключення бібліотек для різних компонентів системи. (рис. 3.3).

```
#include "DHT.h"           // DHT11
#include "MQ135.h"         // MQ-135
#include <LiquidCrystal.h> // LCD1602
#include <SoftwareSerial.h>
```

Рисунок 3.3 – Лістинг коду для включення зовнішніх бібліотек

Ці бібліотеки потрібні для роботи з давачами DHT11 та MQ135, символьним дисплеєм LCD1602 і програмованим послідовним портом. Вони надають готові функції та методи, які полегшують взаємодію з цими компонентами.

Бібліотека DHT.h використовується для роботи з давачем температури та вологості DHT11. Вона надає функції для зчитування температури та вологості з давача.

Бібліотека MQ135.h призначена для роботи з давачем MQ135, який вимірює концентрацію газів у повітрі, зокрема, вуглекислого газу. Вона надає функції для калібрування давача та зчитування показників концентрації газу в повітрі.

Бібліотека LiquidCrystal.h використовується для роботи з символьним дисплеєм LCD1602. Вона дозволяє керувати процесом виведення тексту та символів на дисплей.

Бібліотека SoftwareSerial.h дозволяє створити програмований послідовний порт на мікроконтролері зі звичайних цифрових виводів. Вона використовується для обміну даними з модулем ESP8266, який теж використовує послідовний інтерфейс.

Після підключення бібліотек використовуються декілька директив #define, які визначають деякі значення або константи (рис. 3.4).

```
#define DHTPIN 13           // Pin for DHT11
#define DHTTYPE DHT11
#define FANPIN 6           // Pin for Fan
#define RZERO 7.16
#define HUMIDITY_MAX 70
#define CO2_MAX 800

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
MQ135 gasSensor = MQ135(A0); // Pin for MQ135
LiquidCrystal lcd(12, 11, 10, 9, 8, 7);
SoftwareSerial mySerial(5, 4);
```

Рисунок 3.4 – Лістинг коду для визначення констант і виводів мікроконтролера

Константа DHTPIN визначає номер піна, до якого підключений давач DHT11. DHTTYPE визначає тип давача DHT, який використовується цій системі. У даному випадку, використовується DHT11.

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Константа FANPIN визначає номер піна, до якого підключений вентилятор. Константа RZERO визначає значення опору R0 для датчика MQ135, яке використовується для його калібрування. Константи HUMIDITY_MAX та CO2_MAX визначають максимальні допустимі рівні вологості та концентрації CO₂ в повітрі.

Крім того, у цьому коді створюються об'єкти для роботи з різними компонентами системи. Зокрема:

- об'єкт dht для роботи з датчиком DHT11 зі значеннями DHTPIN і DHTTYPE, які були визначені раніше;
- об'єкт gasSensor для роботи з датчиком MQ135, в якому вказується пін A0 для його підключення до мікроконтролера;
- об'єкт lcd для роботи з символьним дисплеєм LCD1602, в якому вказуються номери пінів, до яких підключений дисплей;
- об'єкт mySerial для створення програмованого послідовного порту, в якому вказуються номери пінів для передачі і отримання даних.

Ці об'єкти ініціалізуються з відповідними параметрами у підпрограмі setup() (рис. 3.5) і використовуються у коді для взаємодії з компонентами системи.

```
void setup() {  
    Serial.begin(9600);  
    pinMode(FANPIN, OUTPUT);  
    dht.begin();  
    Serial.println(F("DHT11 init!"));  
    mySerial.begin(9600);  
    lcd.begin(16, 2);  
    lcd.setCursor(0, 0);  
    lcd.print(" Mold Detector ");  
    lcd.setCursor(0, 1);  
    lcd.print("Created by Yurii");  
    delay(2000);  
}
```

Рисунок 3.5 – Лістинг коду підпрограми setup()

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Головна підпрограма loop() починається з коду, який дозволяє зчитати значення температури, вологості та концентрації CO₂ з давачів і зберегти їх у відповідних змінних для подальшого використання (рис. 3.6). При цьому використовуються такі методи:

- readTemperature() – повертає значення температури у градусах Цельсія;
- readHumidity() – повертає значення вологості у відсотках;
- getPPM() – повертає значення концентрації CO₂ в частках на мільйон (ppm).

```
float temperature = dht.readTemperature();  
float humidity = dht.readHumidity();  
float CO2 = gasSensor.getPPM();
```

Рисунок 3.6 – Лістинг коду зчитування температури, вологості та CO₂

Для відображення вимірних значень на LCD дисплеї використовуються функції setCursor() і lcd.print() для налаштування положення курсора та виведення відповідних значень.

Код, який приведений на рис. 3.7, виконує перевірку, чи перевищують рівні вологості та концентрації CO₂ задані максимальні значення. Якщо це відбувається, то вентилятор запускається, і на LCD-дисплеї виводиться повідомлення "Mold risk". У протилежному випадку, коли значення відповідають допустимим межам, вентилятор зупиняється.

```
if (((float)humidity > HUMIDITY_MAX) || ((float)CO2 > CO2_MAX)) {  
    digitalWrite(FANPIN,HIGH); // the fan starts to turn  
    lcd.setCursor(7, 1);  
    lcd.print("Mold risk");  
}  
else {  
    digitalWrite(FANPIN,LOW); // the fan stops  
}
```

Рисунок 3.7 – Лістинг коду для керування вентилятором

В кінці процедури loop() розміщений код, який відправляє дані про температуру, вологість та концентрацію CO₂ через послідовний порт до WiFi модуля (рис. 3.8). Кожне значення передається з відповідним тегом, розділене комами, що дозволяє отримувачу правильно інтерпретувати та обробляти ці дані.

```
mySerial.print("T:");  
mySerial.print(temperature);  
mySerial.print(",H:");  
mySerial.print(humidity);  
mySerial.print(",CO2:");  
mySerial.println(CO2);
```

Рисунок 3.8 – Лістинг коду для передачі даних до модуля ESP8266

В програмі для модуля ESP8266 використовуються дві зовнішні бібліотеки:

- ThingSpeak.h – дозволяє взаємодіяти з платформою ThingSpeak для відправки даних;

- ESP8266WiFi.h – надає функціональність для роботи з WiFi на ESP8266.

У функції setup() встановлюються налаштування для послідовного порту, WiFi режиму та ініціалізується бібліотека ThingSpeak для зв'язку з цією платформою (рис. 3.9). Також викликається функція internet() для підключення до WiFi мережі.

```
void setup() {  
    // Open serial communications and wait for port to open:  
    Serial.begin(9600);  
    WiFi.mode(WIFI_STA);  
    ThingSpeak.begin(client); // Initialize ThingSpeak  
    internet();  
}
```

Рисунок 3.9 – Лістинг коду функції setup() модуля ESP8266

Код функції internet() здійснює неперервну спробу підключення до WiFi мережі, доки підключення не буде успішним (рис. 3.10). Для цього

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовується цикл while, який перевіряє статус підключення до WiFi мережі. Якщо статус не вказує на наявність підключення, тоді виконується спроба підключення за допомогою методу WiFi.begin, а потім здійснюється затримка на 5 секунд перед наступною перевіркою.

```
void internet() {
  if (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
      WiFi.begin(ssid, pass);
      delay(5000);
    }
  }
}
```

Рисунок 3.10 – Лістинг коду функції internet() для підключення до WiFi мережі

В головній процедурі loop() відбувається зчитування даних, які надходять через послідовний порт, та їх обробка (рис. 3.11). Вона полягає у розділенні значень температури, вологості та вмісту CO₂ та занесенні їх в окремі змінні.

```
if (Serial.available()) {
  String data = Serial.readStringUntil('\n');
  int indexT = data.indexOf("T:");
  int indexH = data.indexOf(",H:");
  int indexC = data.indexOf(",CO2:");
  if (indexT >= 0 && indexH >= 0 && indexC >= 0) {
    String tempStr = data.substring(indexT + 2, indexH);
    temp = tempStr.toInt();
    String humStr = data.substring(indexH + 3, indexC);
    hum = humStr.toInt();
    String co2Str = data.substring(indexC + 5);
    CO2 = co2Str.toInt();
  }
}
value_1 = hum;
value_2 = CO2;
value_3 = temp;
```

Рисунок 3.11 – Лістинг коду для зчитування та обробки даних з послідовного порту

Після обробки дані записуються у змінні value_1, value_2 і value_3 для відправлення до хмарної платформи. При цьому застосовуються такі методи:

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- `Serial.available` – перевіряє наявність доступних даних для читання з послідовного порту;
- `Serial.readStringUntil` – читає рядок даних з послідовного порту до символу нового рядка (`'\n'`);
- `data.indexOf` – шукає індекси позицій підрядків у рядку `data`;
- `data.substring` – витягує підрядки, що містять потрібні значення, з рядка `data` за допомогою індексів.

Код функції `upload()` відправляє значення змінних `value_1`, `value_2` та `value_3` на відповідні поля каналу `ThingSpeak` за допомогою функції `writeField()`. Після кожної відправки інформації виконується затримка, а змінна `value` очищається для підготовки до наступної ітерації надсилання даних (рис. 3.12).

```
void upload() {
  ThingSpeak.writeField(Channel_ID, Field_Number_1, value_1, myWriteAPIKey);
  delay(15000);
  ThingSpeak.writeField(Channel_ID, Field_Number_2, value_2, myWriteAPIKey);
  delay(15000);
  ThingSpeak.writeField(Channel_ID, Field_Number_3, value_3, myWriteAPIKey);
  delay(15000);
  value = "";
}
```

Рисунок 3.12 – Лістинг коду функції `upload()` для відправлення даних до `ThingSpeak`

3.3 Тестування комп'ютеризованої системи та аналіз отриманих результатів

На рисунку 3.13 представлений прототип комп'ютеризованої системи детекції плісняви в приміщенні. З'єднання між компонентами системи виконані відповідно до електричної схеми із застосуванням провідників та макетних плат. Розроблений прототип дав змогу перевірити основні функції системи детекції плісняви, а саме зчитування та відображення показників з сенсорів. Це дало можливість перевірити правильність роботи системи і взаємодію компонентів між собою.

					<i>КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

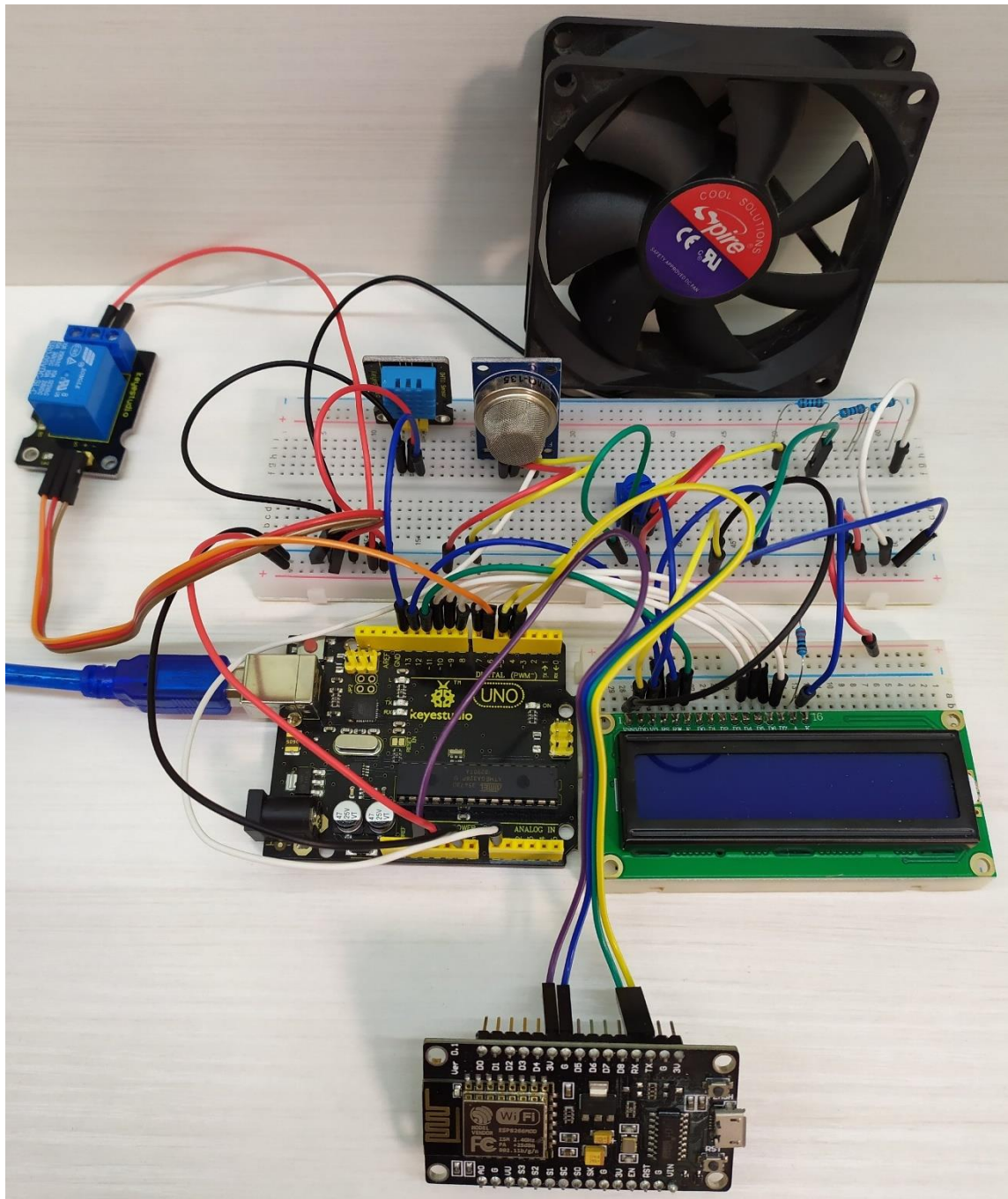


Рисунок 3.13 – Прототип системи детекції плісняви в приміщенні

Давачі для вимірювання вологості, температури (DHT11) та концентрації CO₂ (MQ135) підключені до мікроконтролера, який розміщений на платі UNO R3. Він здійснює збір даних з датчиків, обробку отриманої інформації, та приймає рішення щодо наявності плісняви в приміщенні. Результати вимірювання відображаються на LCD-дисплеї, де користувач може спостерігати за станом приміщення (рис. 3.14).

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46



Рисунок 3.14 – Відображення результатів вимірювання на LCD-дисплеї

При виявленні плісняви, мікроконтролер виводить повідомлення на LCD-дисплей (рис. 3.15) активує реле для запуску системи усунення плісняви, яка може включати вентилятори або інші пристрої для підтримки оптимальних умов мікроклімату у приміщенні.



Рисунок 3.15 – Відображення повідомлення про високий ризик виникнення плісняви

Крім того, система може передавати дані на хмарну платформу ThingSpeak для збереження, аналізу та відображення на комп'ютері або мобільному пристрої, що дозволить користувачу моніторити стан приміщення віддалено.

Результати моніторингу вологості повітря та концентрації CO₂ в приміщенні протягом певного часу представлені у вигляді графіків, які отримані за допомогою платформи ThingSpeak. Осі графіків відображають час по горизонталі і вологість повітря (рис. 3.16) та концентрацію CO₂ (рис. 3.17) по вертикалі. Значення цих параметрів вимірюються і записуються за допомогою датчиків відповідно DHT11 та MQ135, підключених до Arduino, а потім передаються на платформу ThingSpeak за допомогою модуля ESP8266 для збереження та відображення.

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

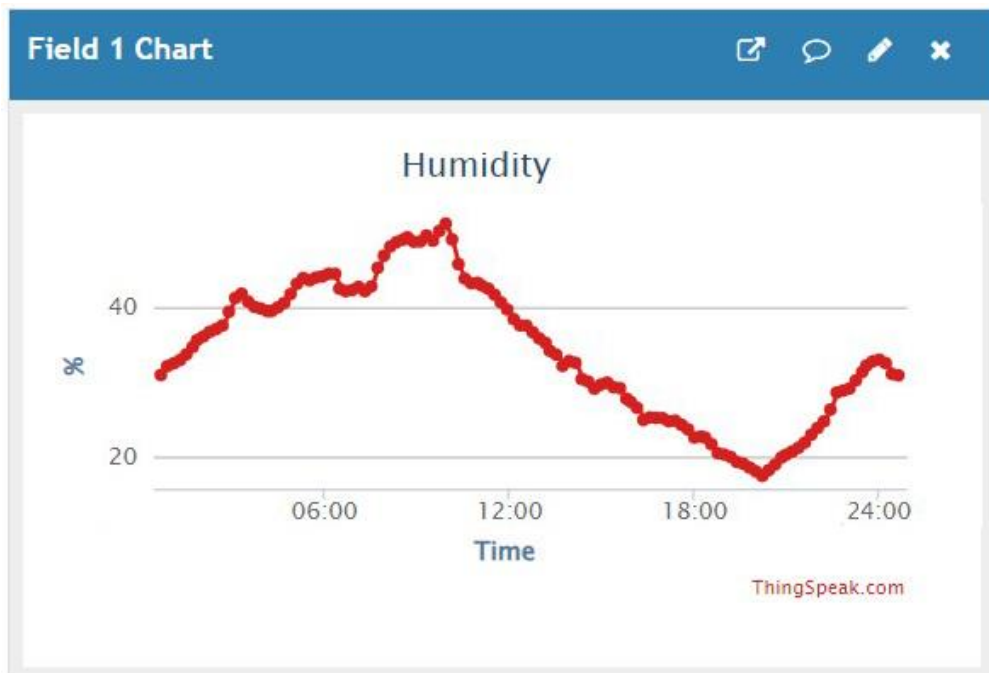


Рисунок 3.16 – Відображення результатів моніторингу вологості повітря

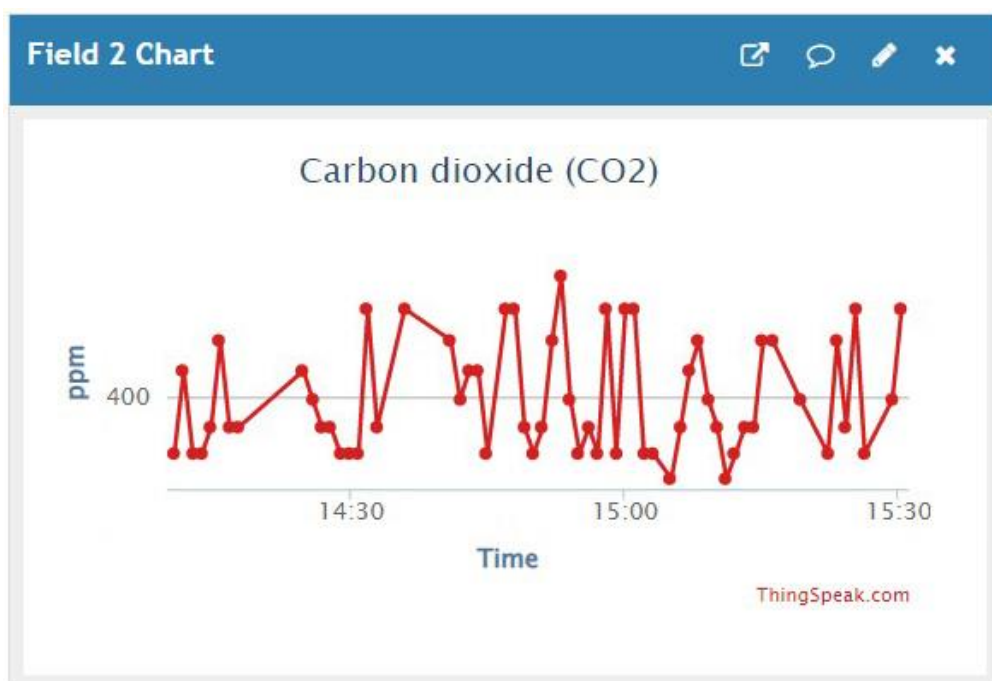


Рисунок 3.17 – Відображення результатів моніторингу концентрації CO₂

Ці графіки дозволяють візуально відслідковувати зміни параметрів мікроклімату приміщення впродовж певного періоду і вчасно реагувати на випадки перевищення максимально припустимого рівня вологості чи концентрації CO₂ в приміщенні.

Аналіз результатів моніторингу вологості повітря та концентрації CO₂ може надати інформацію, що дозволяє робити припущення про наявність або відсутність плісняви в приміщенні.

При високому рівні вологості повітря і стійкому зростанні цього показника можна припустити, що у приміщенні можуть бути створені умови для розвитку плісняви. Вологе середовище сприяє утворенню спор плісняви і їх поширенню. Якщо графік вологості показує значні зміни і тривалі періоди високого рівня вологості, це може слугувати підозрою на наявність плісняви.

За допомогою аналізу концентрації CO₂ також можна зробити припущення про наявність плісняви. Пліснява, що розвивається на вологих поверхнях, може виділяти вуглекислий газ. Якщо спостерігається стійке збільшення рівня CO₂, це може свідчити про наявність плісняви в приміщенні.

Для більш детального аналізу результатів моніторингу можна використовувати засоби аналізу даних, такі як Matlab. Завантажуючи дані з платформи ThingSpeak до Matlab, можна виконати розширений аналіз, включаючи візуалізацію даних, статистичний аналіз, порівняння показників, побудову моделей і виявлення аномалій. Це дозволить отримати більш точну і детальну інформацію про динаміку вологості та концентрації CO₂, а також зробити висновки про можливу наявність або відсутність плісняви в приміщенні на основі аналізу цих даних.

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

У кваліфікаційній роботі описаний процес розробки комп'ютеризованої системи детекції плісняви в приміщенні, тому у даному розділі розглянуто такі питання: долікарська допомога при опіках; аналіз умов праці за показниками шкідливості та небезпечності чинників виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу.

4.1 Долікарська допомога при опіках

Опік – це ушкодження тканин, яке спричинене дією високої температури, електроструму, хімічних речовин, рентгенівських і сонячних променів. Опіки можуть бути первинними (миттєвими) та вторинними. Вторинні опіки є результатом займання одягу та охоплення полум'ям тіла.

Перша допомога при опіках, які спричинені полум'ям передбачає гасіння палаючого одягу водою, з використанням вогнегасника або потерпілого накривають плащем, пальто, ковдрою тощо. Якщо необхідно звільнити постраждалого від одягу, після гасіння вогню в деяких випадках для звільнення ураженої ділянки тіла одяг розрізають.

При обмежених опіках, спричинених окропом, обпечену поверхню тіла охолоджують холодною водою з-під крану впродовж 10 хв. Після цього накладають асептичну суху пов'язку, застосовуючи чисту бавовняну тканину, бинт, індивідуальний пакет. У випадку поширених опіків потерпілого загортають у чисте простирадло, вкриваючи ковдрою зверху, та дають пити чай.

Під час надання першої лікарської допомоги бригадою швидкої допомоги, крім накладання асептичної пов'язки, вводять серцеві та знеболювальні засоби, здійснюють протишокові заходи під час транспортування в медичний заклад.

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Гарбич Ю.С.			Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Лім.	Арк.	Акрушіє
Перевірів		Луцик Н.С.					50	7
Консульт.		Пилипець М.І.				ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41		
Н. Контр.		Тиш Є.В.						
Зав. каф.		Осухівська Г.М.						

Під час надання долікарської допомоги застосовують: інфільтрацію уражених тканин 0,25 % розчином новокаїну, місцеву гіпотермію, новокаїнову блокаду, накладають фурацилінові пов'язки, шкіру змащують стерильною олією.

При термічних опіках накладають стерильну пов'язку, забезпечують тепло, обмотують людину простирадлом, дають солодку каву, теплий чай, обтирають горілкою, одеколоном, спиртом чи змащують ними бинти і пов'язки. При наявності шоку дають пити двадцять крапель валер'янки.

При хімічних опіках 10-20 хвилин виконують промивання обпеченого місця струменем проточної води. У випадку отримання опіку лугом накладають марлеву пов'язку, яка змочена розчином борної кислоти (1 грам на склянку води) [16].

Заборонено відривати пухирі, а також відривати від них одяг, каніфоль, сургуч, бо це може спричинити інфекцію та затягнути тривалість загоєння ран. Заборонено засипати рани порошками, змащувати мазями та маслом. При обширних і важких опіках (більше 15-30% всієї поверхні тіла) виникає загальне ураження організму, яке супроводжується важким шоком (опікова хвороба), викликає інтоксикацію організму, зміни складу крові, зміни в роботі центральної нервової системи (біль). Чим більша опікова поверхня, тим більше нервових закінчень уражено і тим сильніше проявляються явища травматичного шоку [17].

При опіках з'являється велика кількість виділень крізь опікову поверхню плазми крові, виникає отруєння організму від продуктів розпаду змертвілої тканини, які із зони ушкодження всмоктуються організмом. З'являються такі симптоми як блювання, загальна слабкість, головний біль. Потерпілому потрошки і часто дають пити воду з питною сіллю, (одна чайна ложка солі + пів чайної ложки соди на один літр води).

Для пов'язок застосовують індивідуальний пакет, стерильний бинт. Обпечену поверхню можна накрити чистою тканиною з бавовни, пропрасованою гарячою праскою чи змоченою перманганатом калію, горілкою або етиловим спиртом, які зменшують біль. Постраждалого тепло вкривають, для зменшення шоку вводять наркотичні речовини (морфій, промедол), дають пити гарячий чай з вином, каву, трохи горілки [18].

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У випадку виникнення опіку фосфором ушкоджену частину тіла опускають в воду і там пінцетом знімають частинки фосфору, шкіру обробляють п'яти процентним розчином мідного купоросу і закривають чистою сухою пов'язкою.

При ураженні хімічною зброєю отруйні речовини всмоктуються в кров зі значно більшою швидкістю, ніж при їх потраплянні на неушкоджену ділянку шкіри: ними можуть бути органи дихання і травлення, очі, заражені шкірні ділянки. Отруйні речовини можуть потрапляти на поверхню опіків і ран у вигляді газоподібних речовин, аерозолів і крапель.

Невідкладні заходи першої долікарської допомоги включають: інгаляцію кисню, дегазацію отруйних речовин, введення антидоту, введення протисудомних і серцево-судинних засобів, нейтралізація отруйних речовин на шкірі [16].

Працівники, які будуть експлуатувати комп'ютеризовану систему детекції плісняви в приміщенні повинні знати і виконувати правила надання долікарської допомоги при опіках.

4.2 Аналіз умов праці за показниками важкості і напруженості трудового процесу та працездатності людини

Головним завданням будь-якої галузі народного господарства є збільшення продуктивності праці. Разом з тим продуктивність праці обумовлена здатністю працівників фізично, фізіологічно та психофізіологічно виконувати поставлені задачі і нерозривно пов'язана з умовами праці. При ігноруванні принципів охорони праці можуть виникнути різкі порушення умов праці з наслідками негативної дії на здоров'я працівників, зниження продуктивності праці.

В реальних умовах виробництва працюючі можуть піддаватись впливу одночасно кількох шкідливих і небезпечних виробничих факторів. Важливо проаналізувати вплив плісняви на умови праці, зокрема на показники важкості і напруженості трудового процесу та працездатність людини. Необхідно з'ясувати, як пліснява впливає на трудову діяльність, здоров'я та ефективність працівників.

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пліснява є серйозною проблемою у внутрішньому середовищі приміщень, особливо якщо її концентрація перевищує допустимі норми. Вона може бути причиною погіршення якості повітря, спричиняти алергічні реакції, подразнення дихальних шляхів та інші проблеми зі здоров'ям. Високі рівні концентрації плісняви в повітрі можуть впливати на якість повітря, створюючи шкідливе середовище для працівників. Це може призводити до зниження рівня кисню, збільшення концентрації шкідливих речовин, подразнення дихальних шляхів, виникнення алергічних реакцій та інших захворювань. Аналіз умов праці, пов'язаних з пліснявою, допоможе визначити ризики та потенційні проблеми, які впливають на трудовий процес та працездатність працівників.

Для об'єктивної оцінки умов праці на виробництві проводиться атестація робочих місць. Згідно Постанови Кабінету Міністрів України № 442 від 1.09.1992 р. атестація робочих місць за умовами праці проводиться на підприємствах і організаціях незалежно від форм власності й господарювання, де технологічний процес, використовуване обладнання, сировина та матеріали є потенційними джерелами шкідливих і небезпечних виробничих факторів, що можуть несприятливо впливати на стан здоров'я працюючих, а також на їхніх нащадків як тепер, так і в майбутньому. Основна мета атестації полягає у врегулюванні відносин між роботодавцем і працівниками у галузі реалізації прав на здорові й безпечні умови праці. Результати атестації використовуються для цілеспрямованої і планомірної роботи, спрямованої на покращення умов праці, а також для надання пільг і компенсацій, передбачених чинним законодавством, таких, як скорочена тривалість робочого часу, додаткова оплачувана відпустка, пільгова пенсія, оплата праці у підвищеному розмірі [18].

Для проведення атестації робочих місць та встановлення пріоритету в проведенні оздоровчих заходів використовується ДСанПіН "Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу", затверджена наказом Міністерства охорони здоров'я України від 06.05.2014 р.

					<i>КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

№ 472-25249. Виходячи з принципів Гігієнічної класифікації, умови праці діляться на 4 класи: оптимальні; допустимі; шкідливі; небезпечні (екстремальні).

1 клас – оптимальні умови праці – такі умови, при яких зберігається не лише здоров'я працюючих, а й створюються передумови для підтримання високого рівня працездатності. Оптимальні гігієнічні нормативи виробничих факторів встановлені для мікроклімату і факторів трудового процесу. Для інших факторів за оптимальні умовно приймаються такі умови праці, за яких несприятливі фактори виробничого середовища не перевищують рівнів, прийнятих за безпечні для населення.

2 клас – допустимі умови праці – характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища і трудового процесу, які не перевищують встановлених гігієнічних нормативів, а можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку або до початку наступної зміни та не чинять несприятливого впливу на стан здоров'я працюючих та їх потомство в найближчому і віддаленому періодах.

3 клас – шкідливі умови праці — характеризуються такими рівнями шкідливих виробничих факторів, які перевищують гігієнічні нормативи і здатні чинити несприятливий вплив на організм працюючого та/або його потомство.

Шкідливі умови праці за ступенем перевищення гігієнічних нормативів та вираженості можливих змін в організмі працюючих поділяються на 4 ступені [19]:

– 1 ступінь – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу, які, як правило, викликають функціональні зміни, що виходять за межі фізіологічних коливань (останні відновлюються при тривалішій, ніж початок наступної зміни, перерві контакту з шкідливими факторами) та збільшують ризик погіршення здоров'я;

– 2 ступінь – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні викликати стійкі функціональні порушення, призводять у більшості випадків до зростання виробничо-обумовленої захворюваності, появи окремих ознак або легких форм

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

професійної патології (як правило, без втрати професійної працездатності), що виникають після тривалої експозиції (10 років та більше);

– 3 ступінь – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які призводять, окрім зростання виробничо-обумовленої захворюваності, до розвитку професійних захворювань, як правило, легкого та середнього ступенів важкості (з втратою професійної працездатності в період трудової діяльності);

– 4 ступінь – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні призводити до значного зростання хронічної патології та рівнів захворюваності з тимчасовою втратою працездатності, а також до розвитку важких форм професійних захворювань (з втратою загальної працездатності).

4 клас небезпечні (екстремальні) умови праці – характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, вплив яких протягом робочої зміни (або ж її частини) створює загрозу для життя, високий ризик виникнення важких форм гострих професійних уражень.

Ступінь шкідливості умов праці встановлюється за величиною перевищення граничнодопустимих концентрацій шкідливих речовин; класом та ступенем шкідливості чинників біологічного походження; залежно від величин перевищення чинних нормативів шуму, вібрації, інфра- та ультразвуку; за показником мікроклімату, який отримав найвищий ступінь шкідливості з врахуванням категорії важкості праці за рівнем енергозатрат, або за інтегральним показником теплового навантаження середовища; за величиною перевищення граничнодопустимих рівнів електромагнітних полів та випромінювань; за параметрами радіаційного фактору відповідно до Норм радіаційної безпеки України (НРБУ-97/Д-2000); за показниками природного та штучного освітлення; за величиною недодержання необхідної кількості іонів повітря і показника їх полярності.

Оцінка важкості трудового процесу здійснюється на підставі обліку фізичного динамічного навантаження, маси вантажу, що піднімається і

					<i>КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

переміщується, загальної кількості стереотипних робочих рухів, величини статичного навантаження, робочої пози, ступеню нахилу корпусу, переміщень в просторі.

Оцінка напруженості трудового процесу здійснюється на підставі обліку факторів, що характеризують напруженість праці, а саме, інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

Згідно гігієнічної класифікації робота в умовах перевищення гігієнічних нормативів (3 та 4 клас умов праці) може бути дозволена тільки при застосуванні засобів колективного та індивідуального захисту і скороченні часу дії шкідливих виробничих факторів (захист часом). Робота в небезпечних (екстремальних) умовах праці (4 клас) не дозволяється, за винятком ліквідації аварій, проведення екстрених робіт для попередження аварійних ситуацій. Ця робота повинна виконуватись у відповідних засобах індивідуального захисту та регламентованих режимах виконання робіт [20].

Оскільки умови праці визначають ступінь захворюваності працюючих, як професійної, так і виробничо зумовленої, тому контроль показників захворюваності також може відігравати важливу роль у поліпшенні умов праці.

					<i>КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		56

ВИСНОВКИ

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було розроблено комп'ютеризовану систему детекції плісняви в приміщенні. Використання сучасних технологій дозволило створити ефективну систему, яка здатна виявляти плісняву в приміщенні та здійснювати заходи щодо її усунення. В результаті виконання кваліфікаційної роботи:

- проведено огляд аналогів, виявлено їх недоліки, що підкреслило необхідність розробки нової системи;
- обґрунтовано вибір елементної бази, що забезпечує оптимальну функціональність системи;
- розроблена структурна та електрична принципова схема системи, яка послужила основою для подальшої реалізації;
- створений алгоритм роботи системи, який визначає послідовність дій для ефективного виявлення плісняви;
- написано код програми, який включає у себе необхідні функції для реалізації алгоритму роботи;
- реалізовано інтеграцію з платформою інтернету речей ThingSpeak, що дозволило збирати, відображати та аналізувати дані моніторингу на веб-порталі;
- проведено тестування комп'ютеризованої системи, яке дозволило перевірити її працездатність.

Розроблена комп'ютеризована система здійснює автоматичне виявлення плісняви, швидке реагування на забруднення повітря, а також віддалений контроль параметрів мікроклімату приміщення. Впровадження такої системи може сприяти зменшенню ризиків для здоров'я, зниженню витрат на лікування алергічних захворювань, підвищенню загального комфорту користувачів приміщень, а також попередити пошкодження будівельної конструкції.

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2021-n.pdf> (дата звернення: 08.03.2023).

2. Основи охорони праці: Підручник. 3-тє видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк, Ю. О. Полукаров, Т. Є. Луц. За ред. К. Н. Ткачука. К. : Основа, 2014. 456 с.

3. Borchers A. T., Chang C., Eric Gershwin M. Mold and human health: A reality check. Clinical reviews in allergy & immunology, 52(3), 2017. P. 305-322.

4. Trotec BP25 пірометр для виявлення цвілі СПД-3.3. URL: <https://pirometr.com.ua/ua/products/TROTEC-BP25-TERMOGIGROMETR.html> (дата звернення: 09.03.2023).

5. Комплект пірометра testo 805i та гігрометра testo 605i для діагностування плісняви. URL: <https://www.testo.kiev.ua/ua/smart-set-mould.html> (дата звернення: 09.03.2023).

6. Arduino Uno Rev3 USB від Keystudio. URL: <https://arduino.ua/prod2493-arduino-uno-rev3-ot-keyestudio> (дата звернення: 15.04.2023).

7. WiFi модуль NodeMCU V3 ESP8266 (CH340). URL: <https://arduino.ua/prod1492-wi-fi-modyl-nodemcu-esp8266> (дата звернення: 20.04.2023).

8. ThingSpeak for IoT Projects. URL: <https://thingspeak.com/> (дата звернення: 21.04.2023).

9. Осухівська Г. М., Тиш Є. В., Луцик Н. С., Паламар А. М. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційних робіт здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» усіх форм навчання. Тернопіль, ТНТУ. 2022. 28 с.

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

10. Паламар М.І., Стрембіцький М.О., Паламар А.М. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів. Навчальний посібник. Тернопіль: ТНТУ. 2019. 150 с.

11. Palamar A., Karpinski M., Palamar M., Osukhivska H., Mytnyk M. Remote Air Pollution Monitoring System Based on Internet of Things. In CEUR Workshop Proceedings, 2022. Vol. 3309. P. 194-204.

12. Ларіоник Р.В., Луцик Н.С., Паламар А.М. Система для моніторингу якості атмосферного повітря на базі IoT. Матеріали ІХ науково-технічної конференції "Інформаційні моделі, системи та технології", Тернопіль: ТНТУ. 2021. С. 116.

13. Луцик Н., Савчук В. Розробка системи клімат-контролю на базі мікроконтролера та сенсорів. Матеріали Х науково-технічної конференції "Інформаційні моделі, системи та технології", Тернопіль: ТНТУ. 2022. С. 91.

14. Паламар А., Величко Д. Система моніторингу якості повітря в приміщеннях. Матеріали V Міжнародної студентської науково-технічної конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання" (Тернопіль, 28-29 квітня 2022 року), Тернопіль: ТНТУ. 2022. С. 138.

15. Arduino Software. URL: <https://www.arduino.cc/en/software> (дата звернення: 25.05.2023).

16. Бедрій І.Я., Нечай В.Я. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. – Львів: Манголія 2006, 2007. 499 с.

17. Желібо Є. П. Заверуха Н.М., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. К.: Каравела, 2004. 328 с.

18. Зеркалов Д.В. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. К.: Основа. 2011. 526 с.

19. Толок А.О. Крюковська О.А. Безпека життєдіяльності: Навч. посібник. 2011. 215 с.

20. Яремко З. М. Безпека життєдіяльності: Навч. посіб. Львів. 2005. 301 с.

					КС КРБ 123.347.00.00 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А
Технічне завдання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедрою КС

_____ Осухівська Г.М.

“ ____ ” _____ 2023 р.

ПОРТАТИВНА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ
ПОКАЗНИКІВ СЕРЦЕВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на 8 листках

Вид робіт: Кваліфікаційна робота

На здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

«УЗГОДЖЕНО»

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ PhD, доц. Луцик Н.С.

“ ____ ” _____ 2023 р.

«ВИКОНАВЕЦЬ»

Студент групи СІс-41

_____ Гарбич Ю.С.

“ ____ ” _____ 2023 р.

Тернопіль 2023

1 Загальні відомості

1.1 Повна назва та її умовне позначення

Повна назва теми кваліфікаційної роботи бакалавра: «Комп'ютеризована система детекції плісняви в приміщенні».

Умовне позначення дипломного проекту: КС КРБ 123.347.00.00.

1.2 Виконавець

Студент групи СІс-41, факультету комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедри комп'ютерних систем та мереж, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Гарбіч Юрій Степанович.

1.3 Підстава для виконання роботи

Підставою для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра є наказ по університету № 4/7-237 від «28» лютого 2023 року.

1.4 Планові терміни початку та завершення роботи

Плановий термін початку виконання кваліфікаційної роботи бакалавра – 28.02.2023 р.

Плановий термін завершення виконання кваліфікаційної роботи бакалавра – 16.06.2023 р.

1.5 Порядок оформлення та пред'явлення результатів роботи

Оформлення технічної документації до кваліфікаційної роботи бакалавра здійснюється згідно діючих вимог вітчизняних та міжнародних стандартів. Технічна документація до кваліфікаційної роботи бакалавра включає в себе текст пояснювальної записки та креслення, які максимально інформативно та стисло відображають основні результати розробки комп'ютеризованої системи детекції плісняви в приміщенні. Основними регламентними документами при оформленні та пред'явленні результатів проектування є групи діючих стандартів ДСТУ, ГОСТ, ISO та ЄСКД, ЕСПД. Пред'явлення результатів кваліфікаційної роботи бакалавра відбувається шляхом захисту роботи на відповідному засіданні ДЕК, ілюстрацією основних досягнень за допомогою графічного матеріалу.

2 Призначення і цілі створення системи

2.1 Призначення системи

Система призначена для забезпечення детекції на усунення плісняви в приміщенні.

2.2 Мета створення системи

Метою створення комп'ютеризованої системи детекції плісняви в приміщенні є зменшення шкідливого впливу плісняви на здоров'я людей та збереження будівельної конструкції. Ця система має великий практичний інтерес і потенціал для впровадження в житлових будинках, офісах, медичних установах та громадських закладах. Вона може покращити якість повітря в цих приміщеннях, забезпечуючи здорове та комфортне середовище для перебування людей.

2.3 Характеристика об'єкту

Система проєктується для детекції плісняви в приміщенні, що включає в себе:

- розробку структурної схеми;
- розробку схеми електричної принципової;
- розробку алгоритму роботи та програмного забезпечення для мікроконтролера.

3 Вимоги до системи

3.1 Вимоги до системи в цілому

Комп'ютеризована система детекції та усунення плісняви в приміщенні повинна відповідати декільком вимогам:

- система повинна забезпечувати високу ефективність виявлення плісняви та усунення її з приміщення;
- система повинна бути простою в експлуатації та користуванні для забезпечення її використання навіть непрофесіоналами;
- система повинна бути гнучкою та адаптованою до різних типів приміщень та умов експлуатації.

3.1.1 Вимоги до структури та функціонування системи

Структура системи детекції плісняви в приміщенні може включати наступні елементи:

- мікроконтролер, який призначений для керування роботою системи;
- давачі, які забезпечують постійний контроль рівня вологості, температури повітря та концентрації вуглекислого газу в приміщенні;

- дисплей для відображення результатів вимірювання;
- систему вентиляції та кондиціонування повітря, які можуть підтримувати оптимальний рівень вологості та температури у приміщенні, що зменшує ризик появи плісняви.

В загальному випадку, структура системи повинна реалізовувати функції детекції та усунення плісняви в приміщенні. Основні функціональні вимоги до системи характеризуються наступними критеріями:

- надійність;
- ефективність;
- гнучкість;
- простота в експлуатації.

3.1.2 Вимоги до способів та засобів зв'язку між компонентами системи

Способи та засоби зв'язку між компонентами системи повинні бути надійними, щоб уникнути втрати даних та забезпечити постійну доступність системи. Компоненти системи повинні бути сумісні між собою та використовувати стандартні протоколи зв'язку, щоб забезпечити їх інтеграцію з іншими системами та пристроями.

3.1.3 Вимоги до режимів функціонування системи

Система детекції плісняви в приміщенні повинна функціонувати в різних режимах, залежно від потреб користувачів та умов експлуатації.

3.1.4 Перспективи розвитку та модернізації системи

Розвиток та модернізація системи детекції та усунення плісняви в приміщенні потенційно можуть підвищити її ефективність та функціональність. Зокрема, використання методів обробки та аналізу результатів моніторингу

параметрів мікроклімату із застосуванням засобів Matlab може підвищити точність детекції плісняви, а також дозволить системі навчитися прогнозувати появу плісняви. Інтеграція з системами контролю якості повітря може покращити її функціональність та ефективність.

3.1.5 Вимоги до надійності системи

Система повинна бути стійкою до збоїв та забезпечувати неперервну роботу в умовах непередбачуваних відключень або відмов компонентів. Система повинна бути захищена від фізичних чи механічних пошкоджень на рівні апаратного та програмного забезпечення. Надійність системи повинна забезпечувати відновлюваність функціонування у випадку збою апаратного чи програмного забезпечення.

3.1.6 Вимоги до функцій та задач, які виконує система

Функції та задачі, які повинна виконувати система, передбачають:

- моніторинг параметрів приміщення;
- виявлення плісняви;
- оповіщення про наявність плісняви;
- здійснення заходів щодо усунення плісняви;
- передача результатів моніторингу на хмарну платформу.

3.1.7 Вимоги до апаратного забезпечення

Вимоги до елементної бази розробки:

- режими роботи і умови експлуатації вибраних елементів повинні відповідати вказаним в ТЗ;
- вибрана елементна база має забезпечувати необхідні режими роботи системи;

– елементна база по можливості має бути широкоживаною, доступною і дешевою. Необхідно також враховувати можливість заміни вибраних елементів на аналогічні (вітчизняні чи імпортного виробництва).

Вимоги до мікроконтролера:

– мікроконтролер має підтримувати RISC архітектуру команд;
– мікроконтролер повинен містити необхідний набір вбудованих периферійних пристроїв (послідовний порт, АЦП і т.п.) та потрібну кількість керованих портів введення /виведення.

4 Вимоги до документації

Документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

Комплект конструкторської документації повинен складатись з:

- пояснювальної записки;
- графічного матеріалу:
 1. структурна схема системи;
 2. схема електрична принципова;
 3. блок схема алгоритму роботи програми;
 4. результати роботи системи.

*Примітка: В комплект конструкторської документації можуть вноситися зміни та доповнення в процесі розробки.

5 Техніко-економічні показники

Собівартість розробки системи повинна становити не більше 5000 грн.

Термін експлуатації системи повинен бути не менший 10 років.

*Примітка: собівартість системи може змінюватись під час розрахунку в процесі розробки.

6 Стадії та етапи проектування

Таблиця 1 – Стадії та етапи виконання КРБ

№ етапу	Назва етапу виконання КРБ	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	28.02.2023 – 05.03.2023
2	Аналіз технічного завдання та обґрунтування можливих рішень	06.03.2023 – 12.03.2023
3	Розробка структурної та функціональної схеми	13.03.2023 – 20.03.2023
4	Розробка схеми електричної принципової, вибір елементної бази	21.03.2023 – 31.03.2023
5	Розробка програмного забезпечення для проєктованої системи	01.04.2023 – 05.05.2023
6	Опрацювання питань розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці»	06.05.2023 – 12.05.2023
7	Оформлення пояснювальної записки дипломного проєкту	13.05.2023 – 01.06.2023
8	Оформлення графічної частини	02.06.2023 – 11.06.2023
9	Попередній захист кваліфікаційної роботи бакалавра	12.06.2023 – 16.06.2023
10	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	19.06.2023 – 23.06.2023

7 Додаткові умови виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

Під час виконання кваліфікаційної роботи в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

Додаток Б
Перелік елементів

<i>Поз. позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кіл.</i>	<i>Примітка</i>
	<u>Дисплеї</u>		
LCD1	LCD1602	1	
	<u>Резистори</u>		
R1	0805-0,125-4,7 кОм±5%	1	
R2	0805-0,125-220 Ом±5%	1	
R3	0805-0,125-1 кОм±5%	1	
R4	0805-0,125-2 кОм±5%	1	
RP1	3296Y-0,5-10 кОм±10%	1	
	<u>Реле</u>		
RL1	Relay Module V3.1	1	
	<u>Сенсори</u>		
U1	DHT11	1	
U2	MQ-135	1	
	<u>Модулі</u>		
U3	DC/DC перетворювач XL6009	1	
U4	Модуль UNO R3 (Keystudio)	1	
U5	Модуль Node MCU-ESP8266	1	
	<u>Роз'єми</u>		
XP1	Гніздо живлення DC005 на плату	1	
XP2	Роз'єм ХН 2.54 2Y з конекторами	1	

КС КРБ 123.347.00.00 ПЕ				
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
Розробив		Гарбич Ю.С.		
Перевірів		Луцик Н.С.		
Рецензент				
Н. Контр.		Тиш Є.В.		
Зав. каф.		Осухівська Г.М.		
<i>Комп'ютеризована система детекції плісняви в приміщенні Перелік елементів</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>
				71
			<i>Акрушів</i>	
			1	
<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41</i>				

Додаток В
Лістинг програми

Лістинг В.1 – Код програми для мікроконтролера платформи UNO R3.

```
#include "DHT.h"           // DHT11
#include "MQ135.h"         // MQ135
#include <LiquidCrystal.h> // LCD1602
#include <SoftwareSerial.h>

#define DHTPIN 13          // Pin for DHT11
#define DHTTYPE DHT11
#define FANPIN 6           // Pin for Fan
#define RZERO 7.16
#define HUMIDITY_MAX 70
#define CO2_MAX 800

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
MQ135 gasSensor = MQ135(A0); // Pin for MQ135
LiquidCrystal lcd(12, 11, 10, 9, 8, 7);
SoftwareSerial mySerial(5, 4);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(FANPIN, OUTPUT);
  dht.begin();
  Serial.println(F("DHT11 init!"));
  mySerial.begin(9600);

  lcd.begin(16, 2);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(" Mold  Detector ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Created by Yurii");

  delay(2000);
}

void loop() {
  // float rzero = gasSensor.getRZero();
  float temperature = dht.readTemperature();
  float humidity = dht.readHumidity();
  float CO2 = gasSensor.getPPM();

  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("H:           ");
  lcd.setCursor(2, 0);
  lcd.print(String(int(humidity)));
  lcd.setCursor(4, 0);
```



```

lcd.print("% ");
lcd.setCursor(6, 0);
lcd.print("CO2:");
lcd.setCursor(10, 0);
lcd.print(String(int(CO2)));
lcd.setCursor(13, 0);
lcd.print("ppm");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("T:                ");
lcd.setCursor(2, 1);
lcd.print(String(int(temperature)));
lcd.setCursor(4, 1);
lcd.write(0b11011111);
lcd.setCursor(5, 1);
lcd.print("C ");
lcd.setCursor(6, 1);
lcd.print("                ");

// Check if any reads failed and exit early (to try again).
if (isnan(temperature) || isnan(humidity)) {
  Serial.println(F("Failed to read from DHT sensor!"));
  return;
}

if (((float)humidity > HUMIDITY_MAX) || ((float)CO2 > CO2_MAX)) {
  digitalWrite(FANPIN,HIGH); // the fan starts to turn
  lcd.setCursor(7, 1);
  lcd.print("Mold risk");
}
else {
  digitalWrite(FANPIN,LOW); // the fan stops
}

// Send data via Serial
mySerial.print("T:");
mySerial.print(temperature);
mySerial.print(",H:");
mySerial.print(humidity);
mySerial.print(",CO2:");
mySerial.println(CO2);

Serial.print(F("Humidity: "));
Serial.print(humidity);
Serial.print(F("% Temperature: "));
Serial.print(temperature);
Serial.println(F("°C "));
Serial.print(F("CO2: "));
Serial.print(CO2);
Serial.println(F("ppm "));
// Wait a few seconds between measurements.
delay(1000);
}

```

Лістинг В.2 – Код програми для мікроконтролера модуля ESP8266.

```
#include "ThingSpeak.h"          //install library for thingspeak
#include <ESP8266WiFi.h>

//----- WIFI details -----//
char ssid[] = "WiFiNetwork";      // network SSID (name)
char pass[] = "password";         // network password
int keyIndex = 0;                 // network key Index number
                                   (needed only for WEP)
WiFiClient client;

//----- Channel details -----//
unsigned long Channel_ID = 2168018; // Your Channel ID
const char * myWriteAPIKey = "EO4PADJ1AFUPR802"; // Write API key

const int Field_Number_1 = 1;
const int Field_Number_2 = 2;
const int Field_Number_3 = 3;
String value = "";
int value_1 = 0, value_2 = 0, value_3 = 0;

// Initialize our values
String myStatus = "";

float temp(0), hum(0), CO2(0);

void setup() {
  // Open serial communications and wait for port to open:
  Serial.begin(9600);

  WiFi.mode(WIFI_STA);
  ThingSpeak.begin(client); // Initialize ThingSpeak
  internet();
}

void loop() { // run over and over
  internet();
  // Check if data is available to read
  if (Serial.available()) {
    // Read the incoming data
    String data = Serial.readStringUntil('\n');

    // Process the received data
    int indexT = data.indexOf("T:");
    int indexH = data.indexOf(",H:");
    int indexC = data.indexOf(",CO2:");

    if (indexT >= 0 && indexH >= 0 && indexC >= 0) {
      // Extract the temperature value
      String tempStr = data.substring(indexT + 2, indexH);
      temp = tempStr.toInt();
    }
  }
}
```

```

    // Extract the humidity value
    String humStr = data.substring(indexH + 3, indexC);
    hum = humStr.toInt();

    // Extract the carbon dioxide value
    String co2Str = data.substring(indexC + 5);
    CO2 = co2Str.toInt();

    // Print the converted values
    Serial.print("Temperature: ");
    Serial.println(temp);
    Serial.print("Humidity: ");
    Serial.println(hum);
    Serial.print("CO2 Value: ");
    Serial.println(CO2);
  }
}
value_1 = hum;
value_2 = CO2;
value_3 = temp;
upload();
}

void internet() {
  if (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
      WiFi.begin(ssid, pass);
      delay(5000);
    }
  }
}

void upload() {
  ThingSpeak.writeField(Channel_ID, Field_Number_1, value_1,
myWriteAPIKey);
  delay(15000);
  ThingSpeak.writeField(Channel_ID, Field_Number_2, value_2,
myWriteAPIKey);
  delay(15000);
  ThingSpeak.writeField(Channel_ID, Field_Number_3, value_3,
myWriteAPIKey);
  delay(15000);
  value = "";
}

```