

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

Освітній рівень

Мікроконтролерна система попередження пожежі на базі ESP8266

Назва теми

КвРКІ 101066.21.01.16 ПЗ

Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»

Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія та програмування»

Назва

Виконав: студент III курсу, група КІ2с-21-1

Підпис

В.В. Шмаль

Ініціали, прізвище

Керівник

Підпис, дата

В.М. Грига

Ініціали, прізвище

Нормоконтролер

Підпис, дата

І.О. Засорнова

Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав. кафедри комп'ютерної
інженерії та інформаційних
систем

Підпис

Т.О. Говорущенко

Ініціали, прізвище

13 червень 2024 р.

Хмельницький 2024

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зал. кафедри Г.О.Говоруценко

" 10 " 01 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Шмалю Валентину Валерійовичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Мікроконтролерна система попередження пожежі на базі ESP8266

Керівник проекту (роботи) Грига В.М., к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, місце занять

Затверджена наказом ректора університету від 15.02.2024 р. № 8

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 01.06.2024 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на кваліфікаційну роботу

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

Огляд та аналіз способів локалізації пожеж

Вибір компонентів мікроконтролерної системи попередження пожежі

Проектування мікроконтролерної системи попередження пожежі





5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) _____

Електрично-принципової схеми мікроконтролерної системи попередження пожежі на базі ESP8266

Логічна схема алгоритму та структурна схема мікроконтролерної системи попередження пожежі на базі ESP8266

Функціональна схема мікроконтролерної системи попередження пожежі на базі ESP8266

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання вилуч	завдання прийняв
Нормоконтроль	Засорнова І.О., доцент кафедри КПС		
Антиплагіат	Нічепорук А.О., доцент кафедри КПС		

7. Дата видачі завдання « 10 » 01 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	10.01.2024	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та завдань дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.02.2024	виконано
3	Робота над розділом 1 – огляд та аналіз способів локалізації пожеж	01.03.2024	виконано
4	Робота над розділом 2 – вибір компонентів мікроконтролерної системи попередження пожежі	01.04.2024	виконано
5	Робота над розділом 3 – проектування мікроконтролерної системи попередження пожежі	29.04.2024	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	25.05.2024	виконано
7	Попередній захист ВКР	30.05.2024	виконано
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2024 року	

Студент

Керівник роботи


 Підпис

 Підпис

 В.В. Шмаль
 Ініціали, прізвище
 В.М. Грета
 Ініціали, прізвище

№ Р я д н а	Ф о р м а т	Позначення	Найменування	К і л - л н с т і в	№ е н з	П р и м і т к а
			<u>Текстові документи</u>			
1		КвРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Пояснювальна записка	65		
			<u>Графічні матеріали</u>			
2		КвРКІ 101066.21.01.16 Е2	Електрично-принципова схема	1		
3		КвРКІ 101066.21.01.16 Е8	Логічна схема алгоритму та структурна схема	1		
4		КвРКІ 101066.21.01.16 Е8	Функціональна схема	1		

КвРКІ 101066.21.01.16 ВП

Зм	Арк	Недрук	Підпис	Дата
Розробив		Шмаль		12.06
Перевір.		Грига		12.06
Н. конпр.		Загорська		12.06
Затв.		Господарчук		12.06

Мікроконтролерна
система попередження
пожежі на базі ESP8266

Літера	Армиш	Армушів
У	1	1

ХНУ, КІ2с-21-1

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Мікроконтролерна система попередження пожежі на базі ESP8266».

Автор роботи: Шмаль Валентин Валерійович.

Керівник роботи: Грига Володимир Михайлович.

Пояснювальна записка: 65 с., 18 рис., 4 дод., 60 джерел.

Графічна частина: креслення.

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА, МІКРОКОНТРОЛЕРИ, ESP8266, СИСТЕМИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПОЖЕЖІ, ТЕХНОЛОГІЇ


Мета кваліфікаційної роботи полягає у вивченні, розробці та дослідженні мікроконтролерної системи попередження пожежі на базі ESP8266 з метою підвищення ефективності та надійності системи пожежної безпеки.

Об'єкт дослідження - мікроконтролерна система попередження пожежі на базі ESP8266.

Предмет дослідження - функціонування та ефективність мікроконтролерної системи попередження пожежі на базі ESP8266.

Практичне значення роботи полягає у створенні надійної мікроконтролерної системи, яка забезпечує ефективний моніторинг стану приміщень та швидке реагування на пожежні загрози, що може бути використано для підвищення безпеки житлових та комерційних об'єктів.

У ході дослідження проведено аналіз класифікації сповіщувачів пожежі, методів локалізації пожежі та огляду протипожежних систем. Обрано та проаналізовано апаратні та програмні компоненти для системи, розроблено функціональну та електричну схеми, а також алгоритм функціонування. Прототип системи успішно протестовано на відповідність функціональним вимогам, аналіз результатів дослідження вказує на перспективи для подальших досліджень та вдосконалення системи пожежної безпеки.


Підпис студента

03.06.2024
Дата

ЗМІСТ

ВСТУП	.....	4
1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ СПОСОБІВ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ПОЖЕЖ	.....	6
1.1 Актуальність тематики	.....	6
1.2 Класифікація сповіщувачів пожежі	.....	7
1.3 Способи локалізації пожеж за допомогою сповіщувачів пожежі	.....	8
1.3.1 Теплові сповіщувачі	.....	8
1.3.2 Сповіщувачі вогню	.....	9
1.3.3 Газові сповіщувачі	.....	10
1.4 Способи локалізації пожеж за допомогою димових сенсорів	.....	11
1.4.1 Оптичні димові пожежні сповіщувачі, які діють за принципом контролю розсіяного світла	.....	11
1.4.2 Оптичні димові пожежні сповіщувачі, які діють за принципом контролю світла, що проходить	.....	12
1.4.3 Димові радіоізотопні пожежні сповіщувачі	.....	13
1.5 Огляд відомих протипожежних систем (аналогів)	.....	15
1.6 Постановка завдання	.....	17
1.7 Висновки до розділу 1	.....	18
2 ВИБІР КОМПОНЕНТІВ МІКРОКОНТРОЛЕРНОЇ СИСТЕМИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ СИСТЕМИ	.....	20
2.1 Розроблення структури мікроконтролерної системи	.....	20
2.2 Функціональне призначення основних модулів системи	.....	24
2.3 Вибір апаратних модулів мікроконтролерної системи	.....	25
2.3.1 Вибір мікроконтролера ESP8266	.....	26
2.3.2 Вибір давача диму і газу MQ-2	.....	28
2.3.3 Вибір давача температури DHT22	.....	31
2.3.4 Вибір Давача чадного газу MQ-7	.....	33

КвРКІ 101066.21.01.16 ПЗ								
Зм.	Аук.	Непогум.	Підпис	Дата	Мікроконтролерна система попередження пожежі на базі ESP8266	Літера	Арабськ	Арабськ
				17.06		у	2	65
Виконав		Шмаль Я.В.		17.06		ХНУ, КІ2с-21-1		
Перевір.		Грига В.М.		17.06				
Н.Контр.		Ласорина І.О.		17.06				
Підпис		Грига В.М.		17.06				

2.3.5	Вибір Давача вібрації SW-420	37
2.3.6	Вибір GSM модуля M590	39
2.3.7	Вибір модуля реле.....	41
2.4	Вибір інтегрованого середовища для програмування Arduino IDE	42
2.5	Вибір онлайн симулятора для програмування Wokwi	43
2.6	Вибір середовища розробки функціоналу системи Fritzing	43
2.7	Висновок до другого розділу	44
3	ПРОЕКТУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРНОЇ СИСТЕМИ	
	ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПОЖЕЖІ.....	45
3.1	Розроблення функціональної схеми мікроконтролерної системи	46
3.2	Розроблення електричної-принципової схеми мікроконтролерної системи	56
3.3	Розроблення алгоритму функціонування системи	57
3.4	Тестування прототипу мікроконтролерної системи.....	61
3.5	Висновок до третього розділу.....	66
	ВИСНОВОК	67
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	69
	ДОДАТОК А.....	73
	ДОДАТОК Б	74
	ДОДАТОК В	75
	ДОДАТОК Г	76

ВСТУП

У сучасному світі, де технології є невід'ємною частиною повсякденного життя, безпека стає пріоритетом для кожної людини. Пожежі, як загроза життю та майну, вимагають не лише швидкої реакції, але й передбачення та попередження. У цьому контексті мікроконтролерні системи, такі як ESP8266, є потужними інструментами для створення засобів попередження пожежі [1].

Кваліфікаційна робота присвячена розробці мікроконтролерної системи попередження пожежі на базі ESP8266. Цей проект став важливим кроком у моєму навчанні, оскільки він сприяв розвитку моїх навичок у сфері вбудованих систем та Інтернету речей (IoT). Під час роботи над проектом було досліджено можливості ESP8266 як потужної мікроконтролерної платформи, здатної працювати в мережі Wi-Fi. Основна увага була зосереджена на використанні цієї платформи для створення надійної системи виявлення пожежі та передачі сповіщень у реальному часі.

Результати дослідження та розробки продемонстрували значний потенціал ESP8266 у сфері безпеки та надійності, що відкриває широкі перспективи для його використання у системах попередження пожеж.

Процес розробки дав можливість глибше ознайомитися з аспектами дизайну електронних схем, програмування мікроконтролерів та роботи з сенсорами та модулями бездротового зв'язку. Крім того, проект дозволив поглибити знання зі збору даних у реальному часі та їх аналізу для швидкого реагування на потенційні загрози.

Отже, кваліфікаційна робота стала не лише важливим етапом у моєму академічному та професійному розвитку, але й надихнув на подальші дослідження та інновації у сфері пожежної безпеки.

Розробка мікроконтролерної системи попередження пожежі на базі ESP8266 відкрила нові можливості для створення ефективних та доступних засобів безпеки, спрямованих на захист життя та майна.

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метою кваліфікаційної роботи є розробка та впровадження надійної мікроконтролерної системи попередження пожежі на базі ESP8266, що забезпечує своєчасне виявлення та передачу сповіщень про пожежу в реальному часі.

Поставлена мета досягається шляхом дослідження та аналізу можливостей мікроконтролера ESP8266, розробки апаратної та програмної частин системи, а також тестування її ефективності у реальних умовах.

Об'єктом дослідження є процес проектування мікроконтролерної системи попередження пожежі на базі ESP8266.

Предметом дослідження є мікроконтролерна платформа ESP8266 та її застосування для створення системи попередження пожежі.

Для досягнення поставленої мети були виконані такі завдання:

- аналіз технічних можливостей та обмежень мікроконтролера ESP8266;
- розробка апаратної схеми системи попередження пожежі з використанням ESP8266;
- розробка програмного забезпечення для збору, обробки та передачі даних від сенсорів;
- тестування та верифікація роботи системи в умовах, наближених до реальних;
- аналіз результатів тестування та внесення коректив для підвищення надійності та ефективності системи.

Практичне значення має розроблена мікроконтролерна система попередження пожежі, яка може бути використана для підвищення рівня безпеки у житлових, комерційних та індустріальних приміщеннях.

Розробка сприяє не лише захисту життя та майна, але й може бути основою для подальших досліджень та розробок у сфері вбудованих систем та IoT.

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ СПОСОБІВ ЛОКАЛІЗАЦІ ПОЖЕЖ

В цьому розділі було виконано аналіз вимог до мікроконтролерної системи попередження пожежі на базі ESP8266.

Проведено критичний огляд та аналіз існуючих систем схожого типу. Виявлено їх позитивні та негативні сторони.

1.1 Актуальність тематики

Проблема пожеж є однією з найбільш актуальних у сучасному світі. Загроза пожеж завжди присутня, чи то в промислових комплексах, житлових будинках, офісних приміщеннях або громадських закладах. Забезпечення безпеки людей і майна від пожеж є пріоритетом у будь-якій сфері діяльності. У зв'язку з цим, застосування сучасних технологій для попередження пожеж та ефективної боротьби з ними є надзвичайно важливим завданням.

Актуальність теми "Мікроконтролерна система попередження пожежі на базі ESP8266" визначається не лише сучасністю проблеми пожежної безпеки, а й потребою у вдосконаленні та впровадженні новітніх технологій для її розв'язання. За даними Всесвітньої організації здоров'я, пожежі регулярно призводять до смерті тисяч людей і завдають значних матеріальних збитків. Це підкреслює необхідність постійного пошуку та впровадження новітніх технологій для ефективного попередження та боротьби з пожежами.

Мікроконтролерна система попередження пожежі на базі ESP8266 є одним з перспективних напрямків у цій галузі. ESP8266 - це потужний мікроконтролер, який може працювати в мережі Wi-Fi. Використання цієї платформи для створення системи пожежного захисту дозволяє створити надійний механізм виявлення потенційних загроз та надсилання сповіщень у реальному часі через мережу Інтернет [1].

Така система може бути впроваджена в різних сферах: від промислових підприємств до житлових будинків та громадських приміщень. Вона може

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

працювати як самостійна система або бути інтегрованою з існуючими системами безпеки та аварійного сповіщення. Гнучкість та масштабованість ESP8266 дозволяють адаптувати систему до різних умов та потреб користувачів.

Отже, розробка та впровадження мікроконтролерної системи попередження пожежі на базі ESP8266 є важливою ініціативою, яка спрямована на підвищення рівня безпеки та захисту життя та майна людей. Ця технологія може допомогти зменшити ризики виникнення пожеж та забезпечити швидке та ефективне реагування у разі виникнення небезпеки [2].

1.2 Класифікація сповіщувачів пожежі

Класифікація сповіщувачів пожежі:

а) за методом виявлення пожежі:

1) теплові сповіщувачі: ці сповіщувачі виявляють пожежу за допомогою зміни температури. Вони реагують на збільшення температури навколишнього середовища або на досягнення певного порогового значення температури;

2) димові сповіщувачі: ці сповіщувачі виявляють пожежу за допомогою диму, який утворюється при горінні матеріалів. Вони можуть бути оптичними, іонізаційними або комбінованими;

3) комбіновані сповіщувачі: це сповіщувачі, які поєднують в собі функціональність теплового та димового сповіщувачів, що забезпечує більш широкий спектр виявлення пожежних загроз;

б) за типом сповіщення :

1) аудіо-сповіщувачі: ці сповіщувачі видають звуковий сигнал в разі виявлення пожежі. Вони можуть бути представлені різними звуковими сигналами, такими як дзвінок, гудок, сирена тощо;

2) візуальні сповіщувачі: ці сповіщувачі використовують візуальні сигнали, такі як миготливі світлодіоди або миготливі сигнальні лампи, для привернення уваги до пожежної небезпеки;

в) за місцем встановлення:

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1) статичні сповіщувачі: ці сповіщувачі встановлюються на постійних місцях інфраструктури і зазвичай забезпечують покриття для великих приміщень або зон;

2) мобільні сповіщувачі: це портативні пристрої, які можуть бути перенесені з місця на місце і використовуються для надання негайного сповіщення про пожежу у випадку виникнення небезпеки.

Класифікація сповіщувачів пожежі дозволяє підприємствам та організаціям вибрати найбільш актуальні та ефективні засоби захисту в залежності від їх потреб і умов експлуатації. Важливо враховувати індивідуальні особливості будівель та специфіку виробничих процесів при виборі та встановленні сповіщувачів пожежі [3].

1.3 Способи локалізації пожеж за допомогою сповіщувачів пожежі

1.3.1 Теплові сповіщувачі

Теплові сповіщувачі є одним з найпоширеніших та ефективних засобів виявлення пожежі. Вони працюють на основі зміни температури, яка може виникнути внаслідок горіння матеріалів. Такі сповіщувачі можуть бути збуджені як збільшенням температури повітря в приміщенні, так і досягненням певного порогового значення температури.

Теплові сповіщувачі поділяються на дві основні категорії: фіксовані та адресовані. Фіксовані теплові сповіщувачі виявляють підвищення температури в заданому місці та спрацьовують при досягненні певного значення. Адресовані теплові сповіщувачі дозволяють точно визначити місце спрацювання та встановити зв'язок із центральною пожежною панеллю, що дозволяє оперативно реагувати на пожежну небезпеку.

Теплові сповіщувачі, окрім виявлення підвищення температури, можуть бути оснащені додатковими функціями, такими як самодіагностика, яка дозволяє виявити несправності та відмінності в роботі пристрою. Деякі моделі теплових сповіщувачів можуть мати вбудований інтелектуальний аналізатор, який дозволяє

виявляти не лише зміни температури, але і інші ознаки пожежі, такі як зміна тиску, викиди газів чи різке зміщення повітряних мас. Такі сповіщувачі можуть інтегруватися в системи "розумного будинку", що дозволяє забезпечити максимальний рівень безпеки та захисту для користувачів. Більшість теплових сповіщувачів мають компактні розміри, що дозволяє їх легко встановлювати в будь-яких умовах. Також, вони можуть бути універсальними, що дозволяє їх використання як в житлових, так і в комерційних приміщеннях [4].

Деякі сучасні теплові сповіщувачі оснащені технологією бездротового зв'язку, що дозволяє їм взаємодіяти з центральною системою моніторингу та управління пожежної безпеки. Це робить можливим отримання тривожних повідомлень на мобільний телефон або комп'ютер, а також дистанційне керування системою. Деякі моделі теплових сповіщувачів можуть мати вбудовані акумулятори, що дозволяє їм продовжувати працювати навіть у випадку відключення електроживлення. Крім того, теплові сповіщувачі можуть мати різні рівні чутливості, що дозволяє їх використання в різних умовах та середовищах. Деякі моделі можуть бути призначені для використання в умовах з великою кількістю пилу чи вологи, тоді як інші можуть працювати в екстремальних температурних умовах. Багато виробників сповіщувачів пропонують різні варіанти кріплення та кріпильні елементи, що дозволяє їх легко встановлювати на різних поверхнях і в різних положеннях. Наприклад, деякі сповіщувачі можуть бути вбудовані в стелю, стіну або підлогу, що забезпечує їхню незаметність та ефективність виявлення пожежі.

1.3.2 Сповіщувачі вогню

Сповіщувачі вогню є ключовим елементом систем пожежної безпеки, оскільки вони реагують на перші ознаки пожежі, надаючи можливість негайного евакуюватися та вживати необхідні заходи для гасіння вогню. Оптичні сповіщувачі виявляють дим за допомогою світлового променя, який переривається або розсіюється димовими частинками, активуючи сповіщення про

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пожежу. Іонізаційні сповіщувачі використовують іонізовані частинки у просторі, які реагують на зміни струму внаслідок наявності диму. Ці різновиди сповіщувачів вогню забезпечують надійне та швидке виявлення пожежі в будь-яких умовах, що дозволяє своєчасно реагувати на небезпеку та мінімізувати ризики для життя та майна.

Крім того, сповіщувачі вогню можуть бути обладнані додатковими функціями, такими як підтримка підключення до централізованих систем управління безпекою, автоматична взаємодія з системами пожежогасіння та аварійного освітлення, а також можливість інтеграції з іншими пристроями для створення повноцінної системи безпеки приміщення. Деякі сповіщувачі вогню можуть мати регульовані чутливості та налаштування, що дозволяє адаптувати їх роботу до конкретних умов приміщення. Безперечно, вибір сповіщувача вогню повинен базуватися на конкретних потребах та умовах експлуатації об'єкта, а також на вимогах нормативно-технічної документації з пожежної безпеки. Такий підхід гарантує оптимальну ефективність та надійність роботи системи попередження пожежі в будь-яких умовах експлуатації [4].

1.3.3 Газові сповіщувачі

Газові сповіщувачі призначені для виявлення небезпечних газів, які можуть виникнути під час пожежі, наприклад, вуглекислого газу, метану або летючих органічних речовин. Вони можуть виявляти гази шляхом аналізу складу повітря, вимірюючи їхню концентрацію в навколишньому середовищі.

Газові сповіщувачі використовуються для раннього виявлення пожеж та негайного сповіщення про них, що дозволяє уникнути небезпечних ситуацій та забезпечити безпеку працівників та майна.

Новітні технології в галузі газових сповіщувачів включають в себе використання наноматеріалів та нанотехнологій для поліпшення чутливості та точності вимірювань. Такі сповіщувачі можуть реагувати на навіть найменші концентрації небезпечних газів, забезпечуючи ще більшу надійність та безпеку.

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк. 10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крім того, деякі моделі газових сповіщувачів володіють можливістю бездротового зв'язку, що дозволяє їхнє легке і швидке впровадження в будь-яких умовах, навіть у важкодоступних місцях. Інші інновації включають в себе використання додаткових сенсорів для виявлення інших небезпечних речовин, таких як викиди газових транспортних засобів або токсичні випари, що розширює функціональні можливості та застосування таких сповіщувачів [4].

Такі технологічні інновації в галузі газових сповіщувачів сприяють покращенню безпеки та зменшенню ризику пожеж у різних сферах, від промисловості до домашнього використання.

1.4 Способи локалізації пожеж за допомогою димових сенсорів

1.4.1 Оптичні димові пожежні сповіщувачі, які діють за принципом контролю розсіяного світла

Такі сповіщувачі працюють на основі принципу розсіяного світла. Вони складаються з джерела світла (зазвичай світлодіода) та фотодіода, які розміщені на протилежних кінцях детектора. Світлодіод випромінює світло в напрямку фотодіода. Коли в приміщенні з'являється дим, частинки диму розсіюють світло, що призводить до зменшення його інтенсивності на фотодіоді. Фотодіод реагує на це зменшення світла і спрацьовує сигнал сповіщення про пожежу [5].

Дані сповіщувачі мають великий кут охоплення та можуть ефективно виявляти дим у великих приміщеннях. Вони особливо корисні в ситуаціях, коли пожежа може початися у віддалених частинах будівлі або в місцях з низькою видимістю.

Оптичні димові пожежні сповіщувачі, що працюють за принципом контролю розсіяного світла, можуть бути оснащені різними технологіями для підвищення їхньої ефективності. Наприклад, деякі моделі можуть використовувати інтелектуальні алгоритми для аналізу характеристик розсіяного світла та підвищення стійкості до помилкових спрацьовувань. Крім того, вони

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк. 11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

можуть мати можливість регулювання чутливості, що дозволяє налаштувати їх для конкретних умов експлуатації.

Деякі оптичні димові сповіщувачі також мають можливість віддаленого моніторингу та керування, що дозволяє оперативно виявляти та реагувати на пожежні загрози з використанням централізованої системи управління. Це особливо корисно для об'єктів зі складною інфраструктурою або розташуванням, таких як великі підприємства, магазини або музеї [6].

Новітні розробки в цій галузі також включають в себе використання штучного інтелекту та машинного навчання для покращення алгоритмів виявлення диму та зниження ймовірності помилкових спрацьовувань. Це дозволяє створювати ще більш надійні та точні системи пожежної безпеки, зменшуючи ризик виникнення небезпеки для життя та майна.

1.4.2 Оптичні димові пожежні сповіщувачі, які діють за принципом контролю світла, що проходить

Такі сповіщувачі також використовують оптичні сенсори, але їхній принцип дії дещо відрізняється. Вони мають два світлових давачі, один з яких направлений безпосередньо на інший. Коли в приміщенні з'являється дим, він зменшує кількість світла, яке потрапляє на другий давач. Ця зміна в світловому потоці призводить до спрацювання сигналу про пожежу.

Оптичні димові пожежні сповіщувачі, що діють за принципом контролю світла, що проходить, володіють кількома важливими перевагами у порівнянні з іншими типами димових сповіщувачів. Однією з найбільш значущих переваг є їхній високий рівень чутливості до навіть найменших змін в світловому потоці. Це дозволяє їм реагувати навіть на слабкі ознаки диму, що забезпечує виявлення пожежі на ранніх стадіях її розвитку, коли загроза ще не досягла критичного рівня [7].

Однією з ключових переваг цих сповіщувачів є їхня висока чутливість до навіть незначних змін в світловому потоці, що дозволяє їм оперативно реагувати на будь-які пожежні загрози. Вони зазвичай встановлюються у важкодоступних місцях, таких як підвали чи стелі, де їх важко помітити, але де важливо виявляти пожежні загрози.

Крім того, оптичні димові пожежні сповіщувачі зазвичай мають широкий кут охоплення, що дозволяє їм ефективно контролювати великі приміщення або зони з низькою видимістю. Це робить їх ідеальними для встановлення у складних архітектурних середовищах, де можуть бути різні шляхи розповсюдження диму.

Деякі сучасні моделі цих сповіщувачів також можуть бути обладнані системами інтелектуального аналізу даних, які дозволяють виявляти не тільки дим, але й інші ознаки пожежі, такі як підвищення температури. Це допомагає уникнути ложних спрацювань та забезпечити надійну реакцію на будь-яку пожежну небезпеку [8].

1.4.3 Димові радіоізотопні пожежні сповіщувачі

Димові радіоізотопні пожежні сповіщувачі використовують радіоактивний ізотоп як джерело радіації та детектор, який реагує на зміни рівнів радіації, спричинені наявністю диму.

Принцип їх роботи базується на використанні іонізаційної камери, яка містить радіоактивний ізотоп, зазвичай Америцій-241. Коли дим проникає в камеру, він взаємодіє з іонізованими молекулами повітря, що зменшує іонізацію повітря. Це призводить до зміни електричного струму між електродами, що реєструється і викликає спрацювання сигналу тривоги [9].

Принцип роботи [10].

Іонізаційна камера складається з двох електродів, між якими знаходиться повітря, і невеликої кількості радіоактивного матеріалу. Радіоактивний ізотоп випромінює альфа-частинки, які іонізують молекули повітря, створюючи іони. У нормальних умовах ці іони створюють постійний електричний струм між

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк. 13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електродами. Коли дим потрапляє в камеру, він зв'язується з іонами, зменшуючи їхню кількість і, відповідно, зменшуючи струм. Ця зміна виявляється детектором, що активує сигнал тривоги.

Переваги:

— висока надійність: димові радіоізотопні сповіщувачі здатні працювати стабільно навіть в екстремальних умовах, таких як високі рівні вологості, запиленості або температури;

— чутливість до різних типів диму: вони ефективно виявляють широкий спектр димових частинок, включаючи ті, які можуть бути непомітні для оптичних сповіщувачів;

— довговічність: сповіщувачі мають тривалий термін служби і потребують мінімального технічного обслуговування;

— швидке спрацьовування: завдяки високій чутливості до змін в іонізації повітря, ці сповіщувачі можуть швидко реагувати на появу диму.

Обмеження:

— вимоги до обслуговування: хоча сповіщувачі потребують мінімального обслуговування, регулярні перевірки і контроль рівня радіації залишаються важливими для забезпечення безпеки та ефективності;

— радіаційна безпека: використання радіоактивного матеріалу вимагає суворого дотримання норм і правил безпеки, особливо щодо зберігання та утилізації. Це може обмежити їх використання в деяких середовищах, де потрібні додаткові заходи безпеки;

— регуляторні обмеження: в деяких регіонах можуть бути жорсткі регуляторні обмеження на використання пристроїв з радіоактивними матеріалами, що може ускладнити їх встановлення і експлуатацію.

Застосування

Димові радіоізотопні сповіщувачі широко застосовуються у промислових та комерційних будівлях, де важлива висока надійність і стабільність роботи. Вони

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк. 14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

часто використовуються у приміщеннях з високою запиленістю або вологістю, таких як складські приміщення, виробничі цехи, кухні великих ресторанів та інші подібні об'єкти.

Завдяки своїм унікальним властивостям, ці сповіщувачі можуть бути важливим елементом комплексних систем пожежної безпеки, забезпечуючи своєчасне виявлення пожеж і захист людей та майна від можливих збитків.

1.5 Огляд відомих протипожежних систем (аналогів)

Аналоги протипожежних систем:

а) традиційні дротові системи пожежної сигналізації:

1) переваги:

— велика надійність: традиційні системи мають довгу історію успішної експлуатації та випробувань;

— широкий вибір компонентів: ринок пропонує велику кількість різних датчиків, оповіщувачів та інших пристроїв для будь-яких потреб;

2) недоліки:

— високі витрати на встановлення: потребує проведення проводки та монтажу датчиків, що може бути витратним та часомістким [11];

— обмежена гнучкість: важко вносити зміни в систему після встановлення;

б) бездротові системи пожежної сигналізації:

1) переваги:

— легка установка: не потрібно проводити кабельні мережі, що робить установку простішою та швидшою;

— гнучкість в розміщенні: датчики можуть бути розміщені в будь-якому місці, що полегшує адаптацію системи під конкретні умови;

2) недоліки:

— можливі перешкоди для сигналів: може виникнути проблема зі зв'язком через стіни або інші перешкоди [12];

— потреба в додатковому живленні: бездротові датчики потребують живлення, що може бути не зручним у деяких випадках;

в) протипожежні системи на основі хмарних технологій:

1) переваги:

— віддалений моніторинг: можливість відстежувати стан системи та отримувати сповіщення від будь-якої точки з доступом до Інтернету;

— автоматичне збереження даних: дані про події зберігаються у хмарі, що дозволяє вести детальну історію подій;

2) недоліки:

— залежність від доступу до мережі Інтернет: відсутність Інтернет-з'єднання може призвести до втрати зв'язку з системою;

— проблеми з безпекою даних: збереження даних в хмарі може створити проблеми з конфіденційністю та безпекою;

г) мікроконтролерна система попередження пожежі на базі ESP8266:

1) переваги:

— низька вартість: компоненти для розробки системи є досить доступними та широко поширеними;

— гнучкість: можливість програмування системи з використанням різноманітних сенсорів та актуаторів для відповіді на різні умови;

— інтеграція з іншими системами: можливість взаємодії з системами домашньої автоматизації та іншими IoT-пристроями;

2) недоліки:

— складність налаштування: вимагає базових знань програмування та електроніки для належної реалізації [13];

— обмежені можливості в порівнянні зі складними системами: може не відповідати потребам великих підприємств або складних інфраструктур.

Кожна з цих систем має свої переваги та недоліки, і вибір конкретної залежить від потреб користувача, його бюджету та специфіки середовища. Мікроконтролерна система попередження пожежі на базі ESP8266 може бути привабливою для тих, хто шукає баланс між вартістю, гнучкістю та інтеграцією з іншими системами. Вона є доступною для широкого кола користувачів, але вимагає певних технічних навичок для належної настройки та експлуатації. Тим не менш, її можливості забезпечують ефективний та надійний захист від пожежі в різних умовах експлуатації.

При виборі системи для конкретного випадку варто ретельно зважити всі переваги та недоліки, щоб забезпечити оптимальне рішення з точки зору безпеки та ефективності [14].

1.6 Постановка завдання

Мета проекту полягає в розробці та реалізації мікроконтролерної системи попередження пожежі на базі ESP8266 для ефективного виявлення та реагування на потенційні загрози пожежі в різних умовах та середовищах. Завдання проекту включає такі пункти:

а) розробка апаратної частини системи:

1) підбір та інтеграція датчиків пожежі та диму для виявлення змін у рівнях температури та концентрації диму;

2) розробка алгоритмів обробки даних з датчиків для виявлення можливих загроз пожежі;

3) розробка засобів візуалізації та виведення інформації про стан системи;

б) програмна реалізація системи:

1) програмування мікроконтролера ESP8266 для збору та обробки даних з датчиків пожежі;

2) розробка алгоритмів реагування на виявлені загрози, включаючи активацію сигналізації та відправку сповіщень;

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк. 17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3) інтеграція з мережею Wi-Fi для передачі даних та сповіщень про пожежу;

в) випробування та налаштування системи:

1) проведення випробувань апаратної та програмної частини системи в реальних умовах для перевірки їх ефективності та надійності;

2) налаштування параметрів системи з метою оптимізації роботи та мінімізації помилок;

г) інтеграція та підтримка:

1) інтеграція мікроконтролерної системи з існуючими системами безпеки та аварійного сповіщення;

2) підтримка та обслуговування системи, включаючи регулярне оновлення програмного забезпечення та перевірку роботи обладнання.

Загальна мета проекту полягає в створенні ефективної та надійної системи попередження пожежі, яка забезпечуватиме безпеку людей та майна в різних умовах експлуатації.

1.7 Висновки до розділу 1

"Мікроконтролерна система попередження пожежі на базі ESP8266" забезпечує аналіз класифікації сповіщувачів пожежі, методи їх локалізації та огляд відомих протипожежних систем. Переваги і недоліки різних типів сповіщувачів і систем дозволяють зробити обґрунтований вибір у виборі підходящого обладнання для створення мікроконтролерної системи попередження пожежі.

Класифікація сповіщувачів пожежі розширює наше розуміння різноманітності цих пристроїв, які можуть бути статичними або мобільними, тепловими, димовими чи газовими. Кожен тип має свої особливості та застосування залежно від конкретних умов експлуатації.

Методи локалізації пожеж за допомогою сповіщувачів пожежі, такі як теплові, димові та газові сповіщувачі, надають додаткові можливості для

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк. 18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

реагування на пожежні загрози у різних умовах. Вони можуть бути ефективними інструментами для виявлення пожежі на ранніх стадіях та запобігання поширенню вогню. Наприклад, теплові сповіщувачі можуть бути використані у місцях з високим ризиком виникнення пожежі, таких як промислові приміщення або склади, де зберігаються легкозаймісті матеріали. Димові сповіщувачі можуть бути більш ефективними у житлових приміщеннях, де наявність диму може бути першою ознакою пожежі.

Огляд відомих протипожежних систем дозволяє оцінити різноманітність доступних рішень, таких як традиційні дротові системи, бездротові системи та системи на основі хмарних технологій. Кожен тип має свої переваги та недоліки, які важливо враховувати при виборі оптимального рішення для конкретних потреб та умов. Наприклад, традиційні дротові системи зазвичай є більш надійними та менш вразливими до перешкод у зв'язку, однак їх встановлення може бути складним і дорогим. Бездротові системи, навпаки, є більш гнучкими у встановленні та можуть бути легко розширені, але вони можуть бути вразливими до сигналів перешкод. Системи на основі хмарних технологій дозволяють централізовано моніторити та керувати системами безпеки з будь-якої точки світу, але вони потребують стабільного інтернет-з'єднання.

У сучасних умовах, де технології стрімко розвиваються, інтеграція сучасних рішень, таких як мікроконтролерна платформа ESP8266, з іншими компонентами системи безпеки стає важливим аспектом для підвищення ефективності та надійності протипожежних систем. Зокрема, використання ESP8266 у поєднанні з сенсорами та модулями бездротового зв'язку дозволяє створювати інтелектуальні системи, які можуть автоматично аналізувати дані, виявляти потенційні загрози та своєчасно реагувати на них.

Отже, перший розділ надає необхідні знання та контекст для подальшого проектування та реалізації мікроконтролерної системи попередження пожежі на базі ESP8266. Це дозволяє краще розуміти вимоги та вибирати оптимальні рішення для створення надійної та ефективної системи безпеки.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ

Арк.
20

2 ВИБІР КОМПОНЕНТІВ МІКРОКОНТРОЛЕРНОЇ СИСТЕМИ

ПОПЕРЕДЖЕННЯ СИСТЕМИ

У цьому розділі детально описується процес проектування мікроконтролерної системи попередження пожежі на базі ESP8266. Система розробляється з урахуванням вимог до ефективності, надійності та швидкодії, щоб забезпечити вчасне виявлення та реагування на пожежні загрози.

2.1 Розроблення структури мікроконтролерної системи

У цьому пункті розглядається детальна структура системи, включаючи всі компоненти та їх взаємозв'язки (рисунок 2.1).

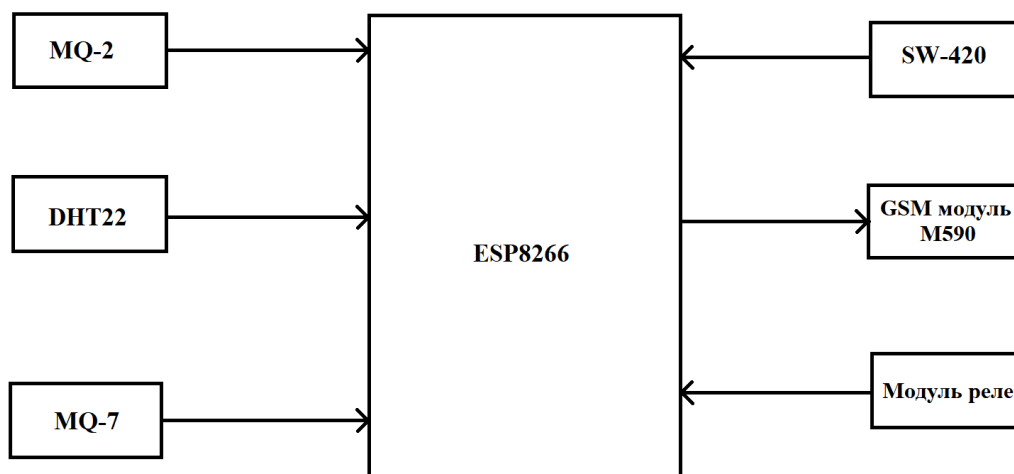


Рисунок 2.1 — Структурна схема мікроконтролерної системи

Система складається з таких основних компонентів:

— Давачі пожежі та газів: вони відповідають за виявлення різних аспектів пожежі. Давачі відправляють дані про виявлені пожежні загрози до мікроконтролера [15];

— Мікроконтролер ESP8266: виконує обробку даних від Давачів та приймає рішення щодо активації системи пожежного сповіщення [15];

- Модуль комунікації: забезпечує передачу сповіщень про пожежу на мобільні пристрої користувачів через GSM мережу або Wi-Fi[16];
- Модуль реле: відповідає за активацію сирени або вимикачів, які можуть включати систему пожежного оповіщення [16].

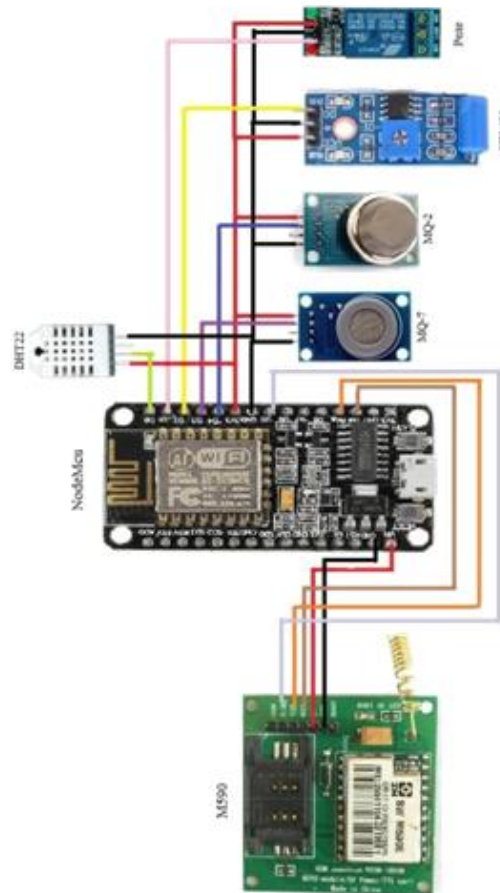


Рисунок 2.2 — Функціональна схема мікроконтролерної системи

Опис функціональної схеми.

Мікроконтролерна система попередження пожежі на базі ESP8266 складається з декількох основних компонентів, які спільно працюють для виявлення потенційних ознак пожежі і своєчасного сповіщення про неї. Основні компоненти системи включають в себе мікроконтролер ESP8266, різні давачі для

виявлення ознак пожежі, модульне реле для управління зовнішніми пристроями і GSM модуль для відправки сповіщень.

Мікроконтролер ESP8266 - центральний елемент системи, який збирає дані з датчиків, обробляє їх і виконує відповідні дії, такі як сповіщення користувача через GSM модуль або активація реле [17].

Датчик диму і газу MQ-2 - використовується для виявлення диму та горючих газів. При виявленні певного рівня диму або газу, він передає сигнал на мікроконтролер [17].

Датчик температури DHT22 - вимірює температуру і вологість. Якщо температура перевищує певний поріг, мікроконтролер отримує відповідний сигнал [17].

Датчик чадного газу MQ-7 - виявляє наявність чадного газу в повітрі. При виявленні високої концентрації чадного газу, датчик надсилає сигнал на мікроконтролер [17].

Датчик вібрації SW-420 - реагує на вібрацію. Якщо вібрація перевищує встановлений поріг, датчик передає сигнал мікроконтролеру [18].

Модульне реле - дозволяє мікроконтролеру керувати зовнішніми пристроями, такими як сирена або система автоматичного пожежогасіння [18].

GSM модуль M590 - використовується для відправки сповіщень на мобільний телефон у випадку виявлення пожежі [19].

Порти підключення в системі [20-23]

Для підключення датчиків і модулів до мікроконтролера ESP8266 використовуються різні порти. Нижче наведено приклад підключення кожного елемента:

а) мікроконтролер ESP8266:

- 1) живлення (VCC) та земля (GND): для всіх компонентів;
- 2) порти GPIO: використовуються для підключення датчиків і модулів;

б) датчик диму і газу MQ-2:

- 1) vcc: підключається до живлення 5V;

- 2) gnd: підключається до землі;
 - 3) analog Out: підключається до аналогового входу мікроконтролера;
- в) давач температури DHT22:
- 1) vcc: підключається до живлення 3.3V;
 - 2) gnd: підключається до землі;
 - 3) data: підключається до цифрового GPIO порту;
- г) давач чадного газу MQ-7:
- 1) vcc: підключається до живлення 5V;
 - 2) gnd: підключається до землі;
 - 3) analog Out: підключається до аналогового входу мікроконтролера;
- д) давач вібрації SW-420:
- 1) vcc: підключається до живлення 3.3V або 5V;
 - 2) gnd: підключається до землі;
 - 3) digital Out: підключається до цифрового GPIO порту;
- е) модульне реле:
- 1) vcc: підключається до живлення 5V;
 - 2) gnd: підключається до землі;
 - 3) in: підключається до цифрового GPIO порту;
- є) gsm модуль M590:
- 1) vcc: підключається до живлення 4.5V-5V;
 - 2) gnd: підключається до землі;
 - 3) txd: підключається до RXD мікроконтролера;
 - 4) rxd: підключається до TXD мікроконтролера.

Таким чином, мікроконтролер ESP8266 взаємодіє з усіма датчиками та модулями через відповідні порти, обробляє отримані дані і приймає рішення щодо активації тривоги та відправки сповіщень.

2.2 Функціональне призначення основних модулів системи

У цьому пункті детально описується функціональне призначення кожного з основних модулів системи та їх взаємодія між собою.

— мікроконтролер ESP8266:

функціональне призначення:

ESP8266 є центральним елементом системи попередження пожежі. Він отримує дані від усіх підключених датчиків, обробляє ці дані, аналізує їх і приймає рішення про необхідність вжиття заходів у разі виявлення небезпечних умов. Мікроконтролер також відповідає за взаємодію з іншими модулями системи, такими як реле і GSM модуль, для активації зовнішніх пристроїв та відправки сповіщень [25].

— датчик диму і газу MQ-2:

функціональне призначення:

MQ-2 використовується для виявлення диму та різних горючих газів, таких як пропан, метан, бутан тощо. При виявленні високої концентрації диму або газів датчик передає сигнал на мікроконтролер, що дозволяє системі вчасно реагувати на потенційну пожежу [26].

— датчик температури DHT22:

функціональне призначення:

DHT22 вимірює температуру і вологість повітря. Якщо температура перевищує встановлений поріг, це може бути ознакою пожежі або іншої небезпечної ситуації. Мікроконтролер отримує ці дані і при необхідності активує тривогу або інші захисні механізми [27].

— датчик чадного газу MQ-7:

функціональне призначення:

MQ-7 виявляє наявність чадного газу (CO) в повітрі. Висока концентрація CO є небезпечною і може свідчити про горіння. Датчик передає сигнал на

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мікроконтролер у випадку виявлення небезпечного рівня чадного газу, що дозволяє системі вжити відповідних заходів [27].

— давач вібрації SW-420:

функціональне призначення:

SW-420 реагує на вібрації та удари. Це може бути корисно для виявлення фізичних ознак пожежі, таких як обвали або сильні удари. При перевищенні встановленого порогу вібрації давач передає сигнал на мікроконтролер, що може спричинити активацію захисних механізмів [27].

— модульне реле:

функціональне призначення:

модульне реле використовується для керування зовнішніми електричними пристроями, такими як сирени, освітлення або системи автоматичного пожежогасіння. Мікроконтролер подає сигнал на реле для активації цих пристроїв у разі виявлення пожежі або іншої небезпечної ситуації [28].

— модуль GSM M590:

функціональне призначення:

GSM модуль забезпечує можливість відправки текстових повідомлень (SMS) на мобільні телефони у випадку виявлення небезпечних умов. Це дозволяє оперативно повідомляти відповідальних осіб про небезпеку, навіть якщо вони знаходяться далеко від об'єкту. Мікроконтролер управляє цим модулем для надсилання відповідних сповіщень [29].

2.3 Вибір апаратних модулів мікроконтролерної системи

У цьому розділі буде проведено аналіз та обґрунтування вибору ключових апаратних модулів для реалізації системи попередження пожежі. Зокрема, розглянемо вибір мікроконтролера ESP8266, датчика диму і газу MQ-2 та датчика температури та вологості DHT22. Кожен з цих модулів має свої унікальні характеристики та переваги, які роблять їх ідеальними компонентами для створення надійної та ефективної системи попередження пожежі. У цьому

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк. 26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

контексті буде розглянуто їхню функціональність, точність вимірювань, доступність, вартість, а також можливості інтеграції з мікроконтролерами та іншими елементами системи.

2.3.1 Вибір мікроконтролера ESP8266

ESP8266 - це мікроконтролер з вбудованим Wi-Fi, розроблений компанією Espressif Systems [30].

Він отримав широке застосування в Інтернеті речей (IoT), проектах з домашньою автоматизацією, розумних пристроях та інших сферах, де потрібне з'єднання з Інтернетом.

На рисунку 2.3 показано зовнішній вигляд мікроконтролера ESP8266.

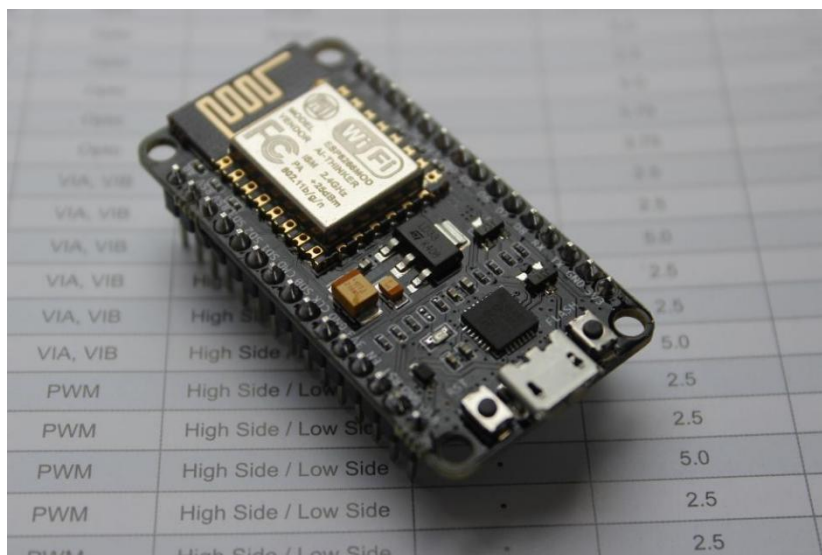


Рисунок 2.3 — Мікроконтролер ESP8266

Основні характеристики ESP8266 включають:

- вбудований Wi-Fi: ESP8266 має вбудований Wi-Fi, що дозволяє йому легко підключитися до мереж інтернету або локальних мереж Wi-Fi;
- низька вартість: ESP8266 відомий своєю низькою вартістю, що робить його привабливим вибором для проектів з обмеженим бюджетом;

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

- маленький розмір: мікроконтролер має невеликі розміри, що робить його зручним для використання в різних пристроях і прототипах;
- наявність GPIO (загальних входів-виходів): ESP8266 має GPIO, які можна програмувати для виконання різноманітних завдань, таких як зчитування даних з Давачів, керування світлодіодами тощо;
- наявність аналогових входів: мікроконтролер також має аналогові входи для зчитування аналогових сигналів;
- підтримка різних інтерфейсів зв'язку: крім Wi-Fi, ESP8266 також підтримує інші інтерфейси зв'язку, такі як UART, SPI та I2C;
- легкість програмування: ESP8266 можна програмувати за допомогою різних середовищ програмування, включаючи Arduino IDE, MicroPython, Lua та інші.

Особливості ESP8266:

- процесор: ESP8266 має вбудований процесор Tensilica L106, який працює на частоті до 160 МГц. Цей процесор має достатню продуктивність для багатьох завдань IoT та інших проектів;
- пам'ять: мікроконтролер доступний у версіях з різним обсягом вбудованої флеш-пам'яті для зберігання програмного коду та даних. Деякі версії ESP8266 також мають вбудовану оперативну пам'ять (RAM);
- інтерфейси зв'язку: однією з ключових особливостей ESP8266 є його багатофункціональність у плані інтерфейсів зв'язку. Він підтримує Wi-Fi для бездротового з'єднання з мережами, а також UART, SPI і I2C для зв'язку з іншими пристроями та периферійними пристроями;
- система розробки: один з найпопулярніших способів програмування ESP8266 - використання Arduino IDE. Існує велика спільнота користувачів, яка активно розвиває бібліотеки та додатки для цього мікроконтролера. Крім Arduino, ESP8266 підтримується різними іншими середовищами програмування, такими як MicroPython, Lua та NodeMCU;

— широке застосування: ESP8266 використовується в різноманітних проектах, включаючи домашню автоматизацію, моніторинг інфраструктури, сенсорні мережі, збір даних та багато іншого. Завдяки своїм можливостям та доступності, ESP8266 став важливим компонентом у світі IoT;

— підтримка різних версій: під екосистемою ESP8266 існують різні моделі та варіанти цього мікроконтролера, що дозволяє вибрати оптимальний варіант залежно від потреб конкретного проекту;

— відкрите програмне забезпечення: ESP8266 базується на відкритому програмному забезпеченні, що сприяє розвитку спільноти та поширенню знань і навичок щодо роботи з цим мікроконтролером.

ESP8266 відкрив безліч можливостей для реалізації різних проектів та ідей IoT. Він поєднує в собі потужність, доступність та простоту використання, що робить його популярним серед розробників та ентузіастів у всьому світі.

Отже, мікроконтролер ESP8266 визначається як ключовий елемент системи через свої переваги у високій продуктивності, доступності та можливостях зв'язку. ESP8266 має вбудований Wi-Fi, що дозволяє віддалене керування системою попередження пожежі через бездротову мережу. Його потужний мікроконтролер дозволяє швидку обробку даних в реальному часі, що є важливим у випадку виявлення пожежної загрози.

2.3.2 Вибір датчика диму і газу MQ-2

Датчик MQ-2 - це популярний датчик, призначений для виявлення різних газів у повітрі, таких як дим, летючі органічні сполуки (VOC), аміак, летючі рідини та інші легкозаймісті гази. Він широко використовується в системах безпеки та моніторингу середовища, включаючи детектори диму, газу та автоматизовані системи контролю якості повітря [31].

На рисунку 2.4 показано зовнішній вигляд датчика MQ-2.

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк. 29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.4 — Давач диму і газу MQ-2

Основні особливості давача MQ-2:

— виявлення різних газів: MQ-2 може виявляти різноманітні гази, включаючи дим, алкоголь, аміак, метан, пропан, бензин, вуглекислий газ та інші летючі органічні сполуки;

— принцип роботи: давач MQ-2 базується на принципі зміни опору провідника при контакті з певними газами. Коли газ попадає на поверхню чутливого елемента давача - це призводить до зміни опору, яка вимірюється інтегрованим аналоговим або цифровим конвертером;

— вбудований обробник сигналу: деякі версії давача MQ-2 мають вбудований обробник сигналу, що полегшує зчитування інформації та підтримує високу чутливість та точність вимірювань;

— компактний розмір: давач MQ-2 має компактний розмір, що робить його зручним для використання в різних пристроях та прототипах;

— легке підключення: давач MQ-2 може бути легко підключений до мікроконтролерів, таких як Arduino, за допомогою аналогових або цифрових входів;

— наявність обробки сигналу: однією з переваг деяких моделей давача MQ-2 є наявність вбудованого обробника сигналу, що дозволяє спростити процес отримання та інтерпретації даних про газ;

— доступність та вартість: давач MQ-2 доступний за помірну ціну і може бути придбаний в різних магазинах електроніки та онлайн-магазинах.

Давач MQ-2 є важливим компонентом для систем безпеки та моніторингу середовища, а також для проектів IoT, пов'язаних зі здоров'ям і безпекою. Він дозволяє виявляти небезпечні речовини у повітрі та приймати відповідні заходи для забезпечення безпеки та захисту користувачів.

Аспекти MQ-2 на які потрібно звернути особливу увагу:

— чутливість до різних газів: давач MQ-2 може реагувати на широкий спектр газів, включаючи гази, які мають певні токсичні, вибухонебезпечні або горючі властивості. Він може виявляти гази, такі як метан, пропан, аміак, летючі органічні сполуки (VOC), алкоголь, дим, ацетон та інші;

— калібрування: для точних вимірювань давач MQ-2 може потребувати калібрування, особливо якщо вимірювання повинно бути точним і надійним. Калібрування полягає у встановленні відповідності між значеннями опору Давача та концентрацією газу у повітрі;

— температурна та вологісна залежність: працездатність давача MQ-2 може залежати від температури та вологості повітря. Він може бути чутливим до змін у цих параметрах, що може вплинути на точність вимірювань;

— умови використання: давач MQ-2 використовується в основному у внутрішніх приміщеннях або у зоні, де його можна захистити від погодних умов. Він може не бути придатним для використання у зовнішніх умовах або у зонах з великою кількістю вологи або пилу;

— підключення та використання: давач MQ-2 може бути легко підключений до мікроконтролерів, таких як Arduino, за допомогою аналогових входів. Після підключення Давача до мікроконтролера, вимірювання може бути здійснено шляхом читання значення опору Давача за допомогою аналогового входу мікроконтролера;

— застосування: давач MQ-2 знаходить застосування у системах безпеки, домашній автоматизації, моніторингу якості повітря, детекторах газу та диму, промислових процесах, автомобільній промисловості та багатьох інших сферах.

Хоча давач MQ-2 має деякі обмеження та особливості, він залишається важливим інструментом для виявлення різних газів у повітрі та забезпечення безпеки та комфорту у різних середовищах.

Отже, давач MQ-2 відзначається своєю високою чутливістю до різних типів газів та диму, які можуть виникнути під час пожежі, включаючи летючі органічні сполуки, аміак, дим та бензин. Ця широка функціональність робить його ідеальним для використання в системі попередження пожежі, де раннє виявлення диму та газів дуже важливе для запобігання небезпеці.

2.3.3 Вибір давача температури DHT22

Дачач DHT22 (також відомий як AM2302) - це цифровий давач вологості та температури, який широко використовується в різноманітних проектах, особливо в області Інтернету речей (IoT), систем контролю клімату, погодних станцій та інших застосувань, де потрібно вимірювати температуру та вологість [31].

На рисунку 2.5 показано зовнішній вигляд давача DHT22.

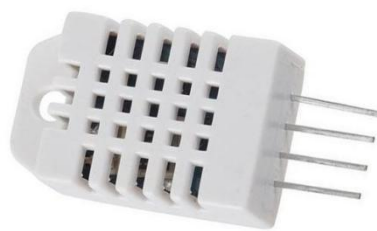


Рисунок 2.5 — Дачач температури DHT22

Основні характеристики Дачача DHT22:

— температурне вимірювання: давач DHT22 може точно вимірювати температуру у діапазоні від -40°C до $+80^{\circ}\text{C}$ з точністю приблизно $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$;

- вимірювання вологості: крім температури, DHT22 також може вимірювати вологість у діапазоні від 0% до 100% з точністю приблизно $\pm 2-5\%$;
- цифровий інтерфейс: давач DHT22 використовує цифровий інтерфейс для зчитування даних, що робить його легким у використанні з мікроконтролерами;
- компактний розмір: DHT22 має компактний розмір, що дозволяє йому легко вбудовуватися в різні пристрої та прототипи;
- висока якість сигналу: давач DHT22 надає стабільний та надійний сигнал, що дозволяє точно вимірювати температуру та вологість у різних умовах;
- підтримка різних платформ: DHT22 підтримується багатьма мікроконтролерами та платформами, такими як Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, ESP32 та іншими;
- простота використання: давач DHT22 простий у використанні, оскільки для зчитування даних не потрібно складних алгоритмів або налаштувань.

Завдяки своїм характеристикам та надійності, давач DHT22 став популярним інструментом для вимірювання температури та вологості в різних додатках. Він забезпечує точність та стабільність вимірювань, що робить його важливим компонентом для багатьох проектів і систем контролю середовища.

Додаткові аспекти Давача температури та вологості DHT22:

- принцип роботи: давач DHT22 використовує принцип зміни електричного опору під час зміни температури та вологості. Він має внутрішній сенсор, який реагує на зміни в околицях та генерує відповідний сигнал, який може бути зчитаний мікроконтролером;
- доступність та вартість: давач DHT22 доступний за помірну ціну і може бути придбаний в багатьох магазинах електроніки або онлайн-магазинах. Це робить його доступним для використання в різних проектах та додатках;
- використання в різних проектах: DHT22 може бути використаний у широкому спектрі проектів, від систем контролю клімату в приміщеннях до

погодних станцій, від систем автоматизації теплиць до моніторингу умов зберігання продуктів харчування;

— калібрування: як і більшість Давачів, DHT22 може вимагати калібрування для досягнення точних результатів. Це може включати узгодження з іншими точними Давачами або використання корекційних коефіцієнтів у програмному забезпеченні;

— обмеження щодо вологості: хоча DHT22 дуже точно вимірює вологість, він може бути обмежений у високих рівнях вологості, оскільки накопичення конденсату може вплинути на точність вимірювань;

— інтерфейси зв'язку: DHT22 зазвичай використовує один з двох доступних інтерфейсів - однопровідний або двопровідний. Один провід (однопровідний) для передачі даних, а інший (якщо використовується) для живлення Давача;

— документація та підтримка: для DHT22 доступна документація та бібліотеки програмного забезпечення для різних платформ, що полегшує використання цього Давача у ваших проектах.

Загалом, Давач температури та вологості DHT22 є потужним та зручним інструментом для вимірювання та моніторингу умов середовища у різних застосуваннях. Його точність, доступність та легкість використання роблять його популярним серед інженерів та хобістів.

Отже, DHT22 (також відомий як AM2302) був обраний через його високу точність та стабільність вимірювання температури. Його широкий діапазон робочих температур та висока точність забезпечують надійне виявлення підвищення температури, що є індикатором пожежної загрози.

2.3.4 Вибір Давача чадного газу MQ-7

Давач MQ-7 - це надійний і широко використовуваний давач, призначений для виявлення чадного газу (CO). Цей газ є небезпечним, оскільки він безбарвний,

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк. 34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

беззапаховий та невидимий, і може спричинити отруєння або навіть смерть при великих концентраціях [32].

На рисунку 2.6 показано зовнішній вигляд давача MQ-7.



Рисунок 2.6 — Давач чадного газу MQ-7

Основні характеристики Давача MQ-7:

а) виявлення чадного газу (головна функція давача):

1) MQ-7 - виявлення наявності чадного газу у повітрі. Він реагує на присутність CO шляхом зміни опору своєї чутливої плівки;

2) широкий діапазон вимірювання: давач MQ-7 може вимірювати концентрацію чадного газу у діапазоні від декількох до кількох сотень часток на мільйон (ppm);

3) низька чутливість до інших газів: він має низьку чутливість до інших газів, таких як метан, аміак і дим, що дозволяє йому точно виявляти лише CO;

4) інтерфейс зв'язку: давач MQ-7 може бути легко підключений до мікроконтролерів або інших електронних пристроїв за допомогою аналогового входу;

5) висока чутливість: він має високу чутливість до чадного газу, що дозволяє виявляти його присутність при низьких концентраціях;

б) надійність: давач MQ-7 є надійним і має довгий термін служби при належному використанні та обслуговуванні;

7) вартість: давач MQ-7 доступний за помірну ціну і може бути придбаний в різних магазинах електроніки;

Загалом, Давач MQ-7 є важливим інструментом для виявлення чадного газу та забезпечення безпеки у різних середовищах, від домашніх приміщень до промислових установок.

б) аспекти Давач MQ-7 на,які потрібно звернути увагу:

1) принцип роботи: давач MQ-7 використовує технологію плівкового резистивного елемента, який змінює свій опір при контакті з чадним газом. У присутності CO реакція з плівкою спричинює зміну її опору, що може бути виміряно інтегрованим аналоговим або цифровим конвертером;

2) відповідь на концентрацію газу: давач MQ-7 має лінійну відповідь на концентрацію чадного газу. Це означає, що зміна опору плівки Давача пропорційна зміні концентрації газу у середовищі;

3) умови експлуатації: давач MQ-7 оптимально працює в діапазоні температур від -10°C до $+50^{\circ}\text{C}$ і відносної вологості від 20% до 90%. Поза цими межами може зменшуватися точність та надійність вимірювань;

4) чутливість до інших газів: важливо зазначити, що, крім чадного газу, MQ-7 може реагувати на деякі інші гази, такі як пропан, бутан і деякі органічні речовини, хоча його чутливість до них зазвичай менша;

5) використання в приміщеннях та на вулиці: давач MQ-7 може бути використаний як у приміщеннях, так і на відкритому повітрі. Він може бути встановлений у димових детекторах, а також у системах моніторингу якості повітря в будинках, автомобілях та інших приміщеннях;

б) контроль концентрації газу: важливим аспектом використання MQ-7 є можливість встановлення порогових значень концентрації газу, які, якщо перевищені, викликають спрацювання тривожного сигналу або автоматичні заходи безпеки;

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк. 36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7) застосування в промисловості: давач MQ-7 також широко використовується в промисловості, де важливо моніторити рівень чадного газу в атмосфері, щоб уникнути потенційних аварій та отруєння персоналу;

8) калібрування і обслуговування: для забезпечення точних вимірювань рекомендується періодично калібрувати Давач MQ-7. Крім того, важливо регулярно перевіряти його стан та очищувати від пилу та забруднень для забезпечення надійної роботи.

Загалом, Давач MQ-7 є важливим інструментом для виявлення чадного газу у різних середовищах та застосуваннях. Його надійність, точність та простота використання роблять його важливим компонентом у системах безпеки та моніторингу середовища.

Отже, MQ-7 був обраний через його високу чутливість до чадного газу, який є однією з найнебезпечніших речовин під час пожежі. Цей Давач ефективно виявляє наявність чадного газу у повітрі, що дозволяє вчасно сповіщати про пожежну загрозу та вживати необхідні заходи безпеки.

2.3.5 Вибір Давача вібрації SW-420

Давач вібрації SW-420 є простим, але ефективним пристроєм, призначеним для виявлення вібрацій або поштовхів. Він широко використовується в різних проектах, де потрібно виявити рух, вібрації або поштовхи [33].

На рисунку 2.7 показано зовнішній вигляд давача SW-420.

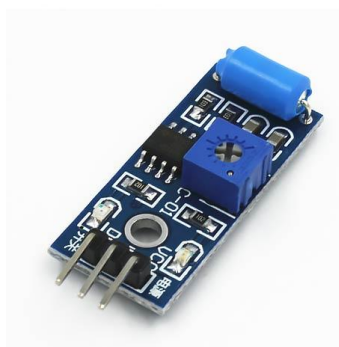


Рисунок 2.7 — Давач вібрації SW-420

Основні аспекти Давача вібрації SW-420:

— робочий принцип: давач вібрації SW-420 використовує модуль варістора, який має великий опір в спокійному стані. Коли відбувається вібрація або поштовх, модуль варістора стискається, що призводить до зменшення його опору. Чим сильніше вібрація, тим більше зменшується опір;

— використання в пристроях безпеки: SW-420 широко використовується у системах безпеки, таких як системи сигналізації автомобіля або домашні системи безпеки. Він може виявляти спроби вриву або рух у зоні моніторингу;

— механізми спрацювання тривоги: при спрацюванні Давача вібрації SW-420 можуть бути використані різні механізми тривоги. Наприклад, він може активувати звуковий сигнал, відправити повідомлення на мобільний телефон або активувати інші пристрої безпеки;

— використання в робототехніці: SW-420 також може бути використаний у робототехніці для виявлення зіткнень або руху робота. Це може бути корисно для забезпечення безпеки робота або для навігації в незнайомому середовищі;

— індикація стану давача: деякі версії Давача вібрації SW-420 мають вбудований світлодіод, який світиться при виявленні вібрації. Це може бути корисно для тестування та відлагодження пристроїв, які використовують цей Давач;

— низьке споживання енергії: SW-420 має низьке споживання енергії, що робить його ідеальним для використання в пристроях, де важлива тривалість роботи від батарейного живлення;

— інтеграція з мікроконтролерами: давач вібрації SW-420 може бути легко підключений до мікроконтролерів, таких як Arduino, за допомогою цифрових або аналогових входів. Це дає можливість обробляти сигнали від Давача та вживати відповідні дії в залежності від виявленої вібрації.

Давач вібрації SW-420 відомий своєю простотою використання, низькою вартістю та широким спектром застосувань. Це робить його популярним серед

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк. 38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розробників та хобістів, які шукають надійний інструмент для виявлення руху або вібрацій.

Отже, SW-420 був обраний для виявлення вибухів або струсів, які можуть сигналізувати про виникнення пожежі. Цей Давач реагує на різкі зміни вібрації, що можуть бути наслідком вибуху або струсу внаслідок пожежі.

2.3.6 Вибір GSM модуля M590

GSM модуль M590 - це компактний і потужний модуль, який дозволяє забезпечувати зв'язок через мережу GSM (Global System for Mobile Communications). Він зазвичай використовується для здійснення голосових викликів, обміну SMS-повідомленнями та передачі даних через мобільну мережу [34].

На рисунку 2.8 показано зовнішній вигляд модуля GSM M590.

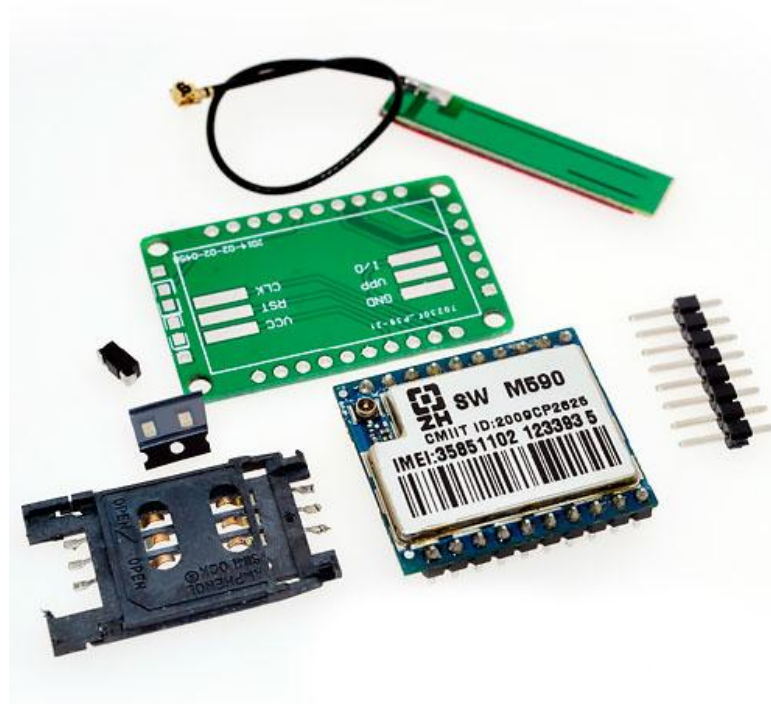


Рисунок 2.8 — GSM модуль M590

Основні характеристики GSM модуля M590:

— підтримка мережі GSM: модуль M590 може працювати в мережах GSM 850/900/1800/1900 МГц, що дозволяє йому працювати практично в будь-якій країні, де є покриття мережі GSM;

— голосовий зв'язок: модуль підтримує голосові виклики, що дозволяє вам використовувати його для створення систем відеоспостереження, автономних систем безпеки або систем зв'язку;

— SMS-повідомлення: за допомогою модуля M590 можна відправляти та отримувати SMS-повідомлення. Це дає можливість використовувати його для створення систем сповіщення або дистанційного керування;

— підтримка GPRS: деякі версії модуля M590 також підтримують технологію GPRS (General Packet Radio Service), що дозволяє передавати дані через мобільну мережу;

— широкі можливості керування: модуль може бути керований за допомогою команд AT (AT-команди), що дозволяє виконувати різні дії, такі як ініціювання викликів, відправлення SMS, отримання інформації про стан мережі тощо;

— легке підключення: модуль M590 може бути підключений до мікроконтролера або іншого пристрою за допомогою UART-інтерфейсу (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter), що дозволяє легко взаємодіяти з ним за допомогою стандартних засобів зв'язку;

— низьке споживання енергії: модуль має низьке споживання енергії в режимі очікування, що робить його ідеальним для використання в пристроях з живленням від батареї;

— надійність: модуль M590 відомий своєю надійністю та стабільною роботою, що робить його популярним в середовищі розробників та інженерів.

Загалом, GSM модуль M590 є потужним і універсальним інструментом для забезпечення зв'язку через мережу GSM в різних додатках, від систем безпеки до

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк. 40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

систем моніторингу та керування. Його широкі можливості та легкість використання роблять його популярним серед розробників IoT-проектів і пристроїв дистанційного керування.

Отже, модуль M590 був обраний для передачі сповіщень про пожежу на мобільні пристрої користувачів через GSM мережу. Його надійність та широкий охоплення мобільних мереж роблять його ідеальним для забезпечення ефективного та швидкого сповіщення про небезпеку пожежі.

2.3.7 Вибір модуля реле

Модуль реле - це електронний пристрій, який використовується для керування високовольтними або великими струмами за допомогою низьковольтного сигналу. Основна функція модуля реле - перемикання електричних схем або пристроїв, таких як лампи, мотори, обігрівачі та інші, за допомогою сигналу від мікроконтролера або іншого джерела керування [35].

На рисунку 2.9 показано зовнішній вигляд модуля реле.

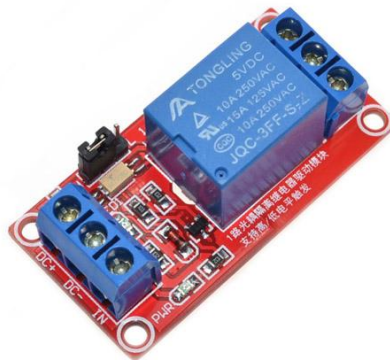


Рисунок 2.9 — Модуль реле

Основні характеристики модуля реле:

— кількість каналів: модулі реле можуть мати один або більше каналів для керування різними навантаженнями незалежно;

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

— тип реле: існують різні типи реле, включаючи механічні, твердотільні, а також гібридні варіанти. Кожен тип має свої особливості та переваги;

— напруга керування: модулі реле можуть працювати при різних напругах керування, таких як 5V, 12V або 24V;

— навантаження реле: вони можуть перемикаєти різні типи навантаження, від дуже малих (наприклад, світлодіоди) до великих (наприклад, електромотори або інші потужні пристрої);

— інтерфейс керування: модулі реле зазвичай мають зручний інтерфейс керування, такий як підключення до мікроконтролера за допомогою цифрових виходів або використання вбудованих кнопок або перемикачів;

— індикатори стану: деякі модулі реле мають світлодіодні індикатори, які показують стан кожного каналу (включено або виключено);

— надійність: важливо, щоб модуль реле був надійним і стабільним в роботі, особливо якщо він використовується в критичних застосунках.

Загалом, модулі реле є важливим компонентом для керування електричними пристроями та системами в широкому спектрі застосувань. Вони дозволяють забезпечити безпечну та ефективну роботу різноманітних пристроїв і систем [36].

Отже, модуль реле був обраний для активації сирени або вимикачів, які можуть включати систему пожежного оповіщення. Цей модуль дозволяє ефективно використовувати електромагнітні вимикачі для швидкої активації системи сповіщення про пожежу [36].

2.4 Вибір інтегрованого середовища для програмування Arduino IDE

Для програмування мікроконтролера ESP8266 було обрано середовище Arduino IDE з кількох причин. Arduino IDE відомий своєю простотою використання, що робить його доступним для початківців і досвідчених розробників. Крім того, це середовище має широку підтримку спільноти, що включає велику кількість документації, прикладів та бібліотек, які полегшують

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк. 42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розробку програмного забезпечення для ESP8266. Arduino IDE надає інтегроване середовище для редагування коду, завантаження програми на мікроконтролер та відладки коду, що робить його зручним інструментом для розробників. Крім цього, Arduino IDE підтримує широкий спектр мікроконтролерів та пристроїв, що робить його універсальним інструментом для роботи з різними платформами IoT[37].

2.5 Вибір онлайн симулятора для програмування Wokwi

Для тестування програмного забезпечення та виконання коду безпосередньо на живій схемі мікроконтролера ESP8266 був обраний онлайн симулятор Wokwi. Цей симулятор надає зручне інтерфейсне середовище для візуалізації роботи програмного забезпечення на мікроконтролері. Він дозволяє виконувати код безпосередньо у веб-браузері, що дозволяє ефективно тестувати та налагоджувати програми без необхідності встановлення додаткових програм або обладнання. Wokwi також надає можливість спостерігати за роботою коду в реальному часі, що дозволяє швидко виявляти та виправляти помилки в програмному забезпеченні. Крім цього, Wokwi підтримує широкий спектр мікроконтролерів та додаткових модулів, що робить його універсальним інструментом для розробки та тестування IoT-проектів [38].

2.6 Вибір середовища розробки функціоналу системи Fritzing

Для розробки схеми з'єднання компонентів системи було обрано середовище Fritzing. Це програмне забезпечення відоме своїм простим та зручним інтерфейсом, що дозволяє швидко створювати електричні схеми та РСВ-плати. Fritzing надає можливість візуалізувати розташування та з'єднання компонентів системи, що допомагає у визначенні оптимального розміщення та взаємодії між ними. Серед інших переваг Fritzing є можливість створення власних символів та компонентів для використання у проекті, що робить його універсальним інструментом для розробки електронних схем. Крім цього, Fritzing надає

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

можливість експорту схем у різноманітні формати, що дозволяє легко ділитися проектами з іншими розробниками або використовувати їх для створення документації. Середовище також включає функціонал для моделювання вигляду та розташування компонентів на платі, що допомагає у плануванні розміщення елементів для подальшого розроблення печатних плат. Його інтуїтивний інтерфейс та доступність для широкого кола користувачів роблять Fritzing привабливим вибором для розробки схем в рамках проектів з попередження пожежі на базі мікроконтролерів ESP8266 [39].

2.7 Висновок до другого розділу

У другому розділі було проаналізовано і вибрано апаратні та програмні компоненти для мікроконтролерної системи попередження пожежі на базі ESP8266. Обрані компоненти відповідають вимогам ефективності, надійності та швидкодії системи. Вони були обрані з урахуванням їх можливостей, технічних характеристик та здатності до інтеграції в загальну систему.

Перш за все, було розглянуто різні типи давачів, які можуть бути використані для виявлення пожежі. Було встановлено, що для забезпечення максимальної точності і швидкості виявлення, доцільно використовувати комбінацію теплових, димових і газових давачів. Такий підхід дозволяє забезпечити багаторівневий моніторинг потенційних загроз та знизити ризик помилкових спрацьовувань.

Обрані компоненти відповідають вимогам ефективності, надійності та швидкодії системи. Вони були обрані з урахуванням їх можливостей, технічних характеристик та здатності до інтеграції в загальну систему. Додатково було враховано вартість компонентів, що дозволило створити економічно вигідну систему без шкоди для її функціональних можливостей.

Таким чином, проведений аналіз і вибір компонентів дозволять створити надійну основу для подальшої розробки мікроконтролерної системи попередження пожежі.

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ПРОЕКТУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРНОЇ СИСТЕМИ

ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПОЖЕЖІ

Цей розділ є ключовим етапом у процесі розробки мікроконтролерної системи попередження пожежі, оскільки саме на цьому етапі концепція перетворюється у реальний функціонуючий прототип, який може бути далі вдосконалений та впроваджений у життя. Цей розділ відображає важливість детального планування, аналізу вимог та технічного дослідження для успішної реалізації проекту.

Один із ключових аспектів цього розділу - розробка функціональної та електрично-принципової схеми системи. Це включає в себе не лише вибір необхідних компонентів, але й їхнє взаємозв'язок та оптимальну організацію. Кожен компонент має бути ретельно протестований, щоб гарантувати його сумісність та ефективність в роботі.

Другим важливим етапом є розробка програмного забезпечення для мікроконтролера. Програмне забезпечення відповідає за керування та координацію роботи всіх апаратних компонентів. Важливо не лише написати код, але й протестувати його на відповідність функціональним вимогам та ефективність роботи.

Третім етапом є тестування системи в реальних умовах. Це дозволяє перевірити її працездатність та надійність, а також виявити та виправити можливі недоліки. Тестування включає в себе перевірку реакції системи на різні пожежні загрози, а також її взаємодію з іншими системами безпеки.

У цілому, розділ 3 є вирішальним для успішної розробки та впровадження мікроконтролерної системи попередження пожежі. Тільки завдяки систематичному та комплексному підходу можна забезпечити високу ефективність та надійність системи, що є критичним для забезпечення безпеки та захисту життя та майна.

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк. 45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1 Розроблення функціональної схеми мікроконтролерної системи

Розроблення функціональної схеми мікроконтролерної системи є першим кроком у перетворенні концепції системи в реальну робочу модель. Цей етап передбачає розроблення високорівневої схеми, що визначає функціональні блоки системи та їх взаємозв'язок.

Функціональна схема мікроконтролерної системи попередження пожежі може бути складеною з таких основних компонентів [40]:

— давачі пожежі та газів: ці давачі відповідають за виявлення вогню або наявності небезпечних газів у навколишньому середовищі;

— мікроконтролер ESP8266: головний контролер, який відповідає за обробку отриманих даних від давачів, прийняття рішень та керування іншими компонентами системи;

— модуль GSM M590: відповідає за передачу сповіщень про пожежу або інших небезпек на мобільні пристрої користувачів через мобільну мережу;

— модуль реле: використовується для керування активними елементами системи, такими як сигнальні лампи, сирени або системи автоматичного пожежного тушіння;

— індикатори стану і світлодіоди: допоміжні компоненти, які вказують на поточний стан системи або показують, що пожежна загроза виявлена.

Розробка функціональної схеми полягає у визначенні кожного з цих компонентів, їх взаємодії та функціональних можливостей. Кожен компонент повинен бути чітко ідентифікований та описаний у схемі, щоб забезпечити правильну роботу всієї системи як єдиного цілого [41].

Розробку функціональної схеми почнемо з почергового підключення усіх компонентів мікроконтролерної системи, а також наведемо ключові фрагменти коду. Детальний план підключення компонентів для вашої мікроконтролерної системи попередження пожежі на базі ESP8266 [42-47]:

— мікроконтролер ESP8266;

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк. 46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- давач диму і газу MQ-2;
- давач температури DHT22;
- давач чадного газу MQ-7;
- давач вібрації SW-420;
- модуль GSM M590;
- модуль реле;
- arduino uno (для допоміжних GPIO портів).

Підключення:

а) давач диму і газу MQ-2:

- 1) vcc MQ-2 -> 5V на макетній платі;
- 2) gnd MQ-2 -> GND на макетній платі;
- 3) a0 MQ-2 -> A3 до Arduino Uno (для аналогового сигналу);

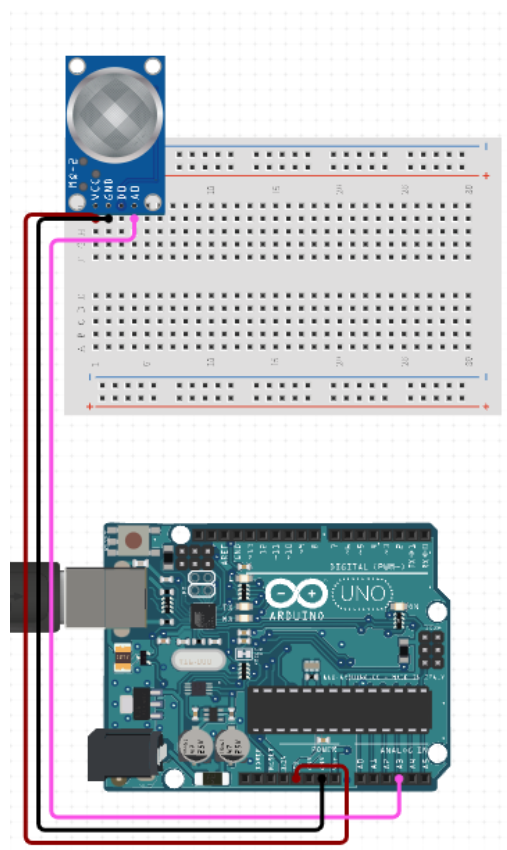


Рисунок 3.1 — Підключення давача диму і газу MQ-2

Наведення коду реалізації:

```
char menu()
{
    Serial.println(F("\nWhich component would you like to test?"));
    Serial.println(F("(1) Methane, Butane, LPG and Smoke Gas Sensor -
MQ-2"));
    Serial.println(F("(menu) send anything else or press on board
reset button\n"));
    while (!Serial.available());
    // Read data from serial monitor if received
    while (Serial.available())
    {
        char c = Serial.read();
        if (isAlphaNumeric(c))
        {
            if(c == '1')
                Serial.println(F("Now Testing Methane, Butane, LPG
and Smoke Gas Sensor - MQ-2 - note that this component doesn't have a test
code"));
            else
            {
                Serial.println(F("illegal input!"));
                return 0;
            }
            time0 = millis();
            return c;
        }
    }
}
```

б) давач температури DHT22:

- 1) vcc: підключається до макетної плати;
- 2) gnd: підключається до макетної плати;
- 3) data: підключається до другого цифрового GPIO порту;

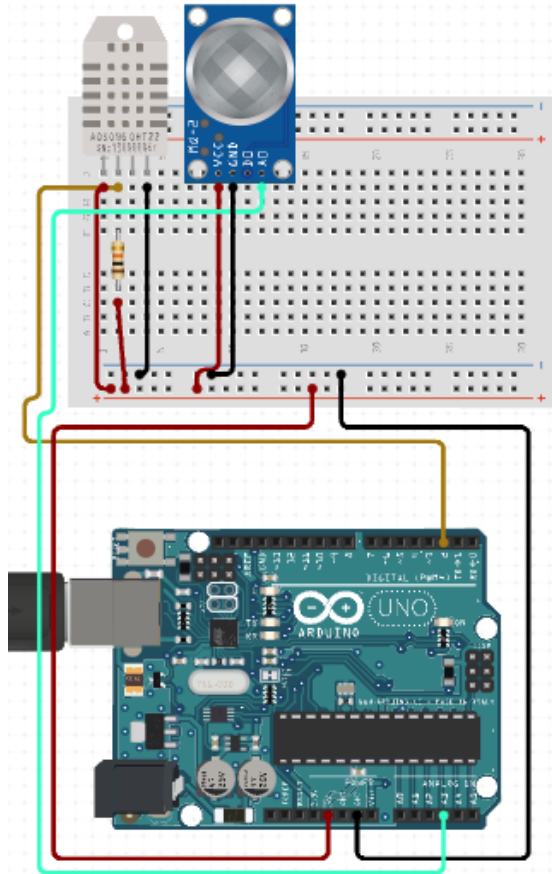


Рисунок 3.2 – Підключення датчика температури DHT22

Наведення коду реалізації:

```
while (Serial.available())
{
    char c = Serial.read();
    if (isAlphaNumeric(c))
    {
        if(c == '1')
            Serial.println(F("Now Testing DHT22/11 Humidity and
Temperature Sensor"));
        else if(c == '2')
            Serial.println(F("Now Testing Methane, Butane, LPG and
Smoke Gas Sensor - MQ-2 - note that this component doesn't have a test
code"));
    }
}
```

в) датчик чадного газу MQ-7:

1) VCC: підключається до живлення на макетній платі;

- 2) gnd: підключається до землі на макетній платі;
- 3) analog out: підключається до аналогового входу мікроконтролера А1;

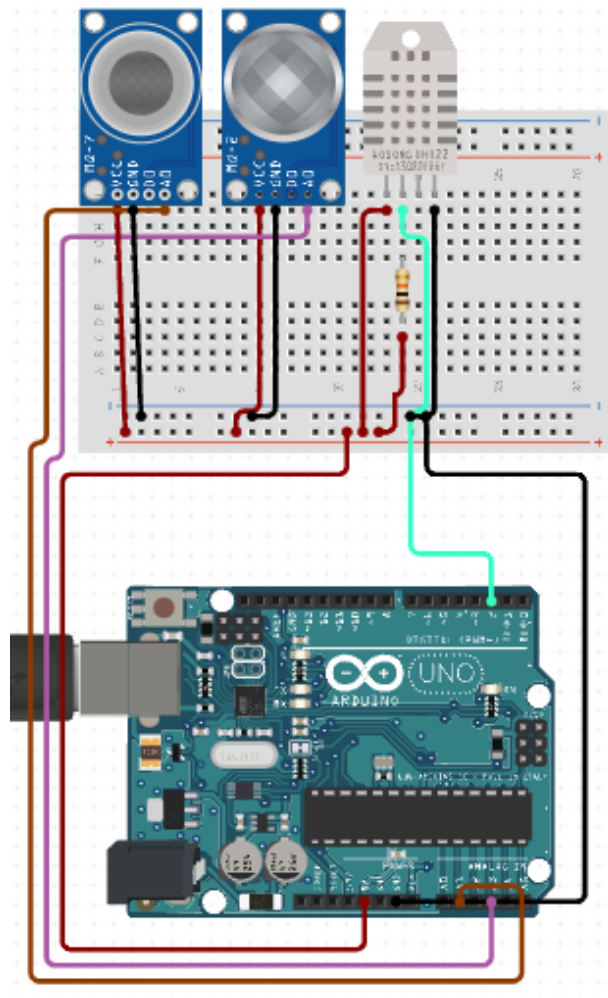


Рисунок 3.3 — Підключення давача чадного газу MQ-7

Наведення коду реалізації:

```
char c = Serial.read();
  if (isAlphaNumeric(c))
  {
    if(c == '1')
      Serial.println(F("Now Testing DHT22/11 Humidity and
Temperature Sensor"));
    else if(c == '2')
```

```

Serial.println(F("Now Testing Methane, Butane, LPG and
Smoke Gas Sensor - MQ-2 - note that this component doesn't have a test
code"));

else if(c == '3')
    Serial.println(F("Now Testing Carbon Monoxide Sensor - MQ-
7 - note that this component doesn't have a test code"));

```

г) датчик вібрації SW-420:

- 1) vcc: підключається до живлення на макетній платі;
- 2) gnd: підключається до землі на макетній платі;
- 3) digital out: підключається до цифрового GPIO порту;

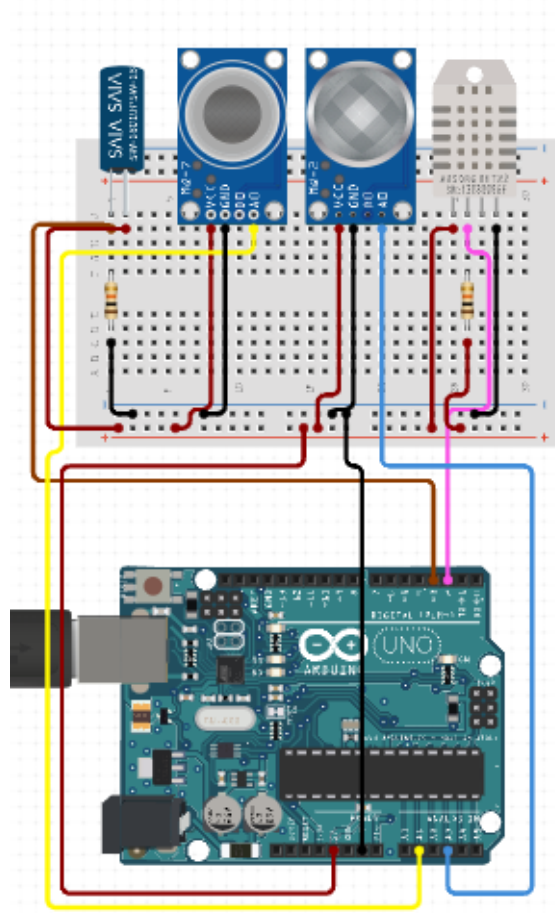


Рисунок 3.4 — Підключення датчика вібрації SW-420

Наведення коду реалізації:

```

void loop()
{
    if(menuOption == '1') {

```

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

```

float dhtHumidity = dht.readHumidity();
    float dhtTempC = dht.readTempC();
    Serial.print(F("Humidity: ")); Serial.print(dhtHumidity);
Serial.print(F(" [%]\t"));
    Serial.print(F("Temp: ")); Serial.print(dhtTempC);
Serial.println(F(" [C]"));}
else if(menuOption == '2')
{}
else if(menuOption == '3')
{}
else if(menuOption == '4')
{}
if (millis() - time0 > timeout)
{menuOption = menu();} }

```

д) модуль GSM M590:

- 1) vcc: підключається до живлення на макетній платі;
- 2) gnd: підключається до землі на макетній платі;
- 3) txd: підключається до 10 GPIO порту;
- 4) rxd: підключається до GPIO 11 порту;

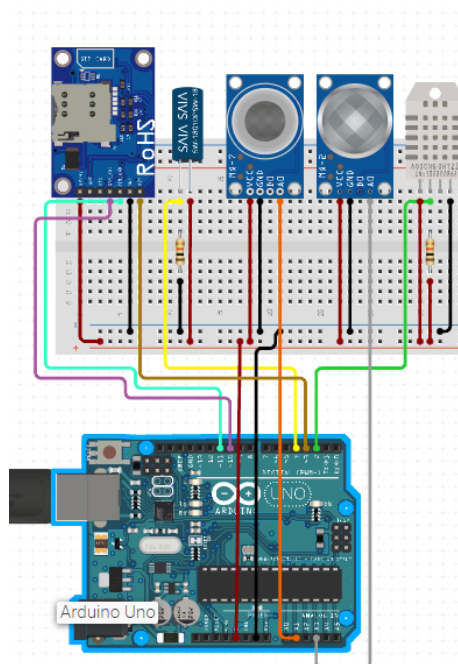


Рисунок 3.5 — Підключення GSM модуль M590

Наведення коду реалізації:

```
Serial.println(F("\nWhich component would you like to test?"));
Serial.println(F("(1) DHT22/11 Humidity and Temperature Sensor"));
Serial.println(F("(2) Methane, Butane, LPG and Smoke Gas Sensor - MQ-2"));
Serial.println(F("(3) Carbon Monoxide Sensor - MQ-7"));
Serial.println(F("(4) QuadBand GPRS-GSM SIM800L"));
Serial.println(F("(5) Fast Vibration Sensor Switch (Easy to trigger)"));
Serial.println(F("(menu) send anything else or press on board reset button\n"));
while (!Serial.available());

while (Serial.available())
{
    char c = Serial.read();
    if (isAlphaNumeric(c))
    {
        if(c == '1')
            Serial.println(F("Now Testing DHT22/11 Humidity and Temperature Sensor"));
        else if(c == '2')
            Serial.println(F("Now Testing Methane, Butane, LPG and Smoke Gas Sensor - MQ-2 - note that this component doesn't have a test code"));
        else if(c == '3')
            Serial.println(F("Now Testing Carbon Monoxide Sensor - MQ-7 - note that this component doesn't have a test code"));
        else if(c == '4')
            Serial.println(F("Now Testing QuadBand GPRS-GSM SIM800L - note that this component doesn't have a test code"));
        else if(c == '5')
            Serial.println(F("Now Testing Fast Vibration Sensor Switch (Easy to trigger) - note that this component doesn't have a test code"));
    }
}
```

е) модуль реле:

1) vcc: підключається до живлення на макетній платі;

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

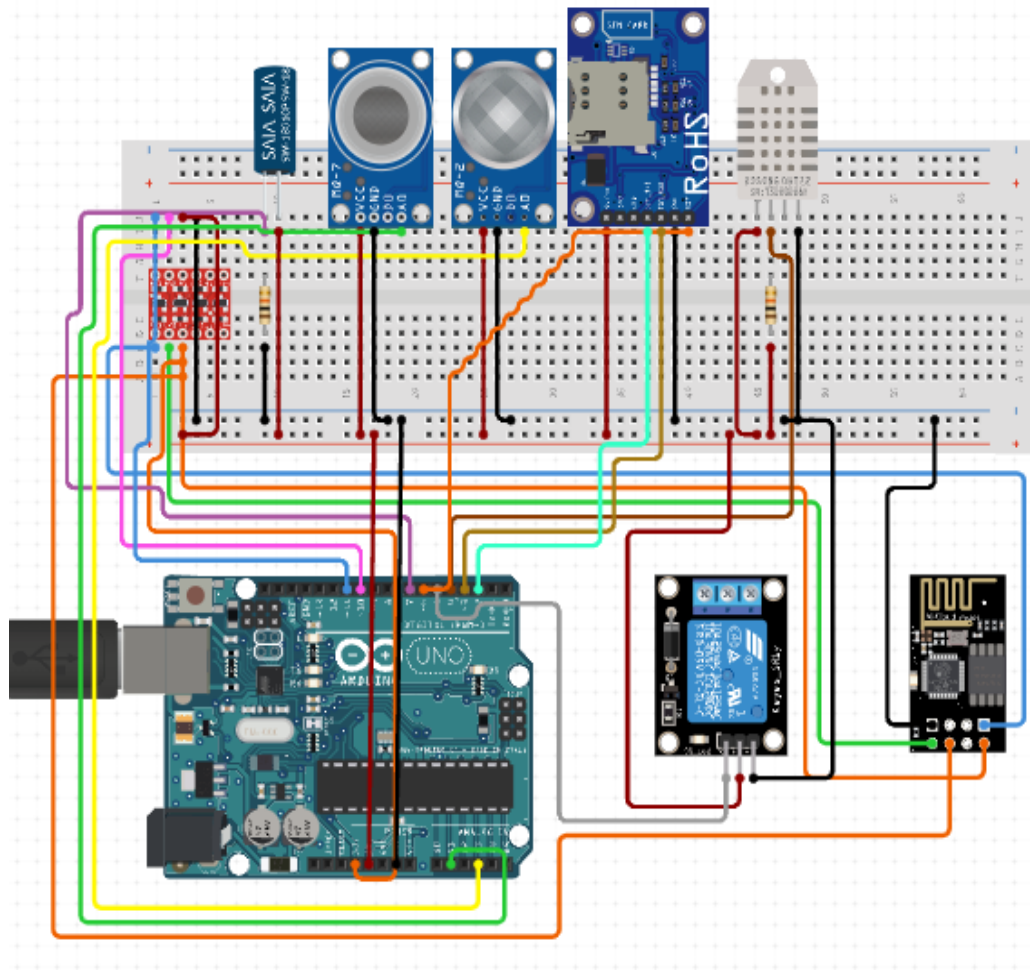


Рисунок 3.7 — Функціональна схема мікроконтролерної системи

Дана схема дозволяє забезпечити надійний та ефективний моніторинг стану приміщень та швидке реагування на пожежні загрози. Вона також надає можливість інтеграції з іншими системами безпеки, що дозволяє створити комплексний підхід до захисту об'єктів.

Завдяки використанню сучасних технологій та бездротового зв'язку, система може бути легко адаптована до різних умов експлуатації і розширена для підтримки додаткових функцій, таких як автоматичне повідомлення відповідних служб або активація систем пожежогасіння.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

3.2 Розроблення електричної-принципової схеми мікроконтролерної системи

Розроблення електричної-принципової схеми мікроконтролерної системи передбачає перетворення функціональної схеми у конкретну електричну схему з визначенням підключення компонентів та їх взаємодії [48].

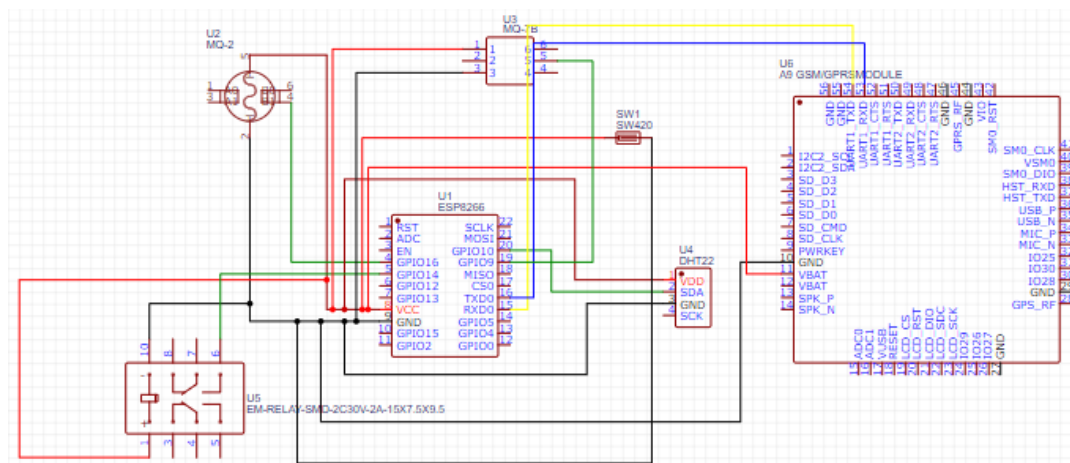


Рисунок 3.8 — Електрично-принципова схема мікроконтролерної системи

Електрично-принципова схема мікроконтролерної системи попередження пожежі може включати наступні ключові елементи [49-55]:

- живлення: цей блок відповідає за живлення всієї системи. Його складовими можуть бути акумулятор або зовнішні джерела живлення;
- мікроконтролер ESP8266: це центральний елемент системи, який потребує підключення до живлення та інших компонентів, таких як датчики та модулі зв'язку;
- датчики пожежі та газів: ці датчики підключаються до входів мікроконтролера ESP8266 і можуть вимагати додаткового живлення або сигнального заземлення;
- модуль GSM M590: вимагає підключення до живлення та інтерфейсу з мікроконтролером для передачі даних;

— модуль реле: потребує живлення та керування від мікроконтролера для включення або вимикання активних пристроїв, таких як сирени або сигнальні лампи;

— індикатори стану і світлодіоди: підключаються до виходів мікроконтролера для відображення стану системи.

Кожен компонент повинен бути правильно підключений до живлення та входів/виходів мікроконтролера ESP8266 згідно з його технічними характеристиками та вимогами до взаємодії. Проектування електричної-принципової схеми вимагає уважного уваги до деталей, щоб забезпечити правильну роботу всієї системи.

3.3 Розроблення алгоритму функціонування системи

Розроблення алгоритму функціонування системи передбачає створення програмного коду, який визначатиме логіку роботи мікроконтролерної системи на основі функціональної та електричної схеми [56].

Для розуміння алгоритму роботи системи попередження пожежі на базі ESP8266, нижче наведено блок-схему (рисунок 3.2), яка ілюструє всі основні етапи та дії.

Опис роботи блок-схеми [57]:

— старт: початок роботи системи. Система запускається і переходить до етапу ініціалізації;

— ініціалізація: мікроконтролер ESP8266 та всі підключені датчики й модулі ініціалізуються. Перевіряється готовність пристроїв до роботи;

— зчитування даних з датчиків: мікроконтролер зчитує поточні значення з датчиків диму і газу (MQ-2), температури (DHT22), чадного газу (MQ-7) та вібрації (SW-420);

— аналіз даних: отримані дані аналізуються. Значення порівнюються з пороговими рівнями, встановленими для визначення небезпечних умов;

— прийняття рішення: якщо аналіз даних показує, що є загроза (перевищення порогових значень), мікроконтролер переходить до активації відповідних заходів. Якщо загрози немає, система оновлює статус індикаторів і повертається до зчитування даних з давачів;

— керування вимикачами та сиренами: у разі виявлення загрози мікроконтролер активує реле, що керує зовнішніми пристроями, такими як сирени або системи автоматичного пожежогасіння;

— взаємодія з GSM модулем: мікроконтролер надсилає сповіщення про небезпеку на мобільний телефон користувача через GSM модуль M590;

— оновлення статусу індикаторів: система оновлює статус роботи на індикаторах або світлодіодах, відображаючи поточний стан;

— завершення циклу: після завершення всіх дій система повертається до початку циклу зчитування даних з давачів, щоб забезпечити безперервний моніторинг.

Цей алгоритм повинен бути реалізований у вигляді програмного коду для мікроконтролера ESP8266, який буде виконуватися на ньому. Він має бути структурований, надійний та ефективний, щоб забезпечити коректну роботу системи попередження пожежі. Основні етапи розробки програмного забезпечення включають:

— написання коду ініціалізації: код для налаштування мікроконтролера та периферійних пристроїв;

— написання коду зчитування даних: код для зчитування даних з підключених давачів;

— розробка алгоритму аналізу даних: код для обробки отриманих даних і прийняття рішень на основі цих даних;

— керування вихідними пристроями: код для активації реле, сирен та інших виконавчих механізмів;

— реалізація комунікації: код для взаємодії з GSM модулем та відправки повідомлень;

— оновлення індикаторів: код для відображення статусу системи на індикаторах.

Програмне забезпечення повинно бути ретельно протестовано для забезпечення його надійності та ефективності у реальних умовах експлуатації. Це включає симуляцію різних сценаріїв пожежі та перевірку адекватності реакції системи на кожен з них.



Рисунок 3.2 — Блок-схема алгоритму функціонування системи

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ

Арк.
60

3.4 Тестування прототипу мікроконтролерної системи

Тестування прототипу мікроконтролерної системи включає в себе всебічну перевірку роботи апаратної та програмної частини системи попередження пожежі шляхом емуляції різних умов і ситуацій, які можуть виникнути у реальному середовищі. Це необхідно для забезпечення надійності, безпеки та ефективності роботи системи [58].

а) тестування апаратної частини:

1) перевірка підключення та правильності роботи всіх сенсорів пожежі та газів:

— MQ-2 (давач диму і газу): перевірка здатності виявляти дим та горючі гази, а також реакції на різні концентрації цих речовин;

— DHT22 (давач температури): тестування точності вимірювання температури та вологості;

— MQ-7 (давач чадного газу): перевірка реакції на різні рівні концентрації чадного газу;

— SW-420 (давач вібрації): тестування чутливості до вібрацій та правильності відправки сигналів про вібрацію;

2) перевірка функціонування реле та сирени:

— тестування активації та деактивації реле у відповідь на сигнали від сенсорів;

— перевірка гучності та правильності спрацьовування сирени у разі виявлення пожежі або витоку газу;

3) вимірювання споживання енергії прототипу в різних режимах роботи:

— аналіз енергоспоживання системи в режимах очікування, активного моніторингу та тривоги;

— оцінка ефективності живлення та можливості роботи системи від різних джерел живлення;

б) тестування програмної частини:

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1) виконання модульних тестів для окремих функцій програми:

— тестування функцій зчитування даних з сенсорів, обробки даних, прийняття рішень та керування вимикачами та сиренами;

— виявлення та усунення можливих помилок у логіці роботи програми;

2) системне тестування всієї програми як єдиної системи:

— проведення інтеграційного тестування для перевірки взаємодії всіх компонентів системи;

— забезпечення коректної роботи всіх підсистем у реальних умовах або наближених до реальних (наприклад, емуляція сигналів від датчиків);

3) тестування системи у реальних умовах або наближених до реальних:

— емуляція пожежі та витoku газу для перевірки реакції системи;

— аналіз швидкості та точності спрацювання системи у випадку загрози;

в) тестування інтеграції з зовнішніми системами:

1) перевірка взаємодії з GSM модулем та відправка тестових повідомлень:

— відправка повідомлень про тривогу на мобільні телефони користувачів;

— перевірка стабільності та надійності зв'язку з мобільною мережею;

2) перевірка взаємодії з будь-якими іншими зовнішніми системами:

— інтеграція з системами безпеки будівель або іншими системами сповіщення;

— забезпечення коректного обміну даними між різними системами;

г) валідація та верифікація:

1) перевірка відповідності роботи системи вимогам та специфікаціям:

— оцінка відповідності реальної роботи системи встановленим вимогам та критеріям безпеки;

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

— порівняння результатів тестування з очікуваними показниками;

2) перевірка правильності реалізації функціональних вимог:

— оцінка правильності реалізації всіх заявлених функцій системи;

— виявлення та усунення можливих недоліків у реалізації функціональних вимог [59];

д) аналіз результатів та вдосконалення:

Після завершення тестування прототипу мікроконтролерної системи проводиться детальний аналіз результатів для виявлення та виправлення можливих недоліків. Це включає в себе:

1) виявлення та усунення технічних проблем, які виникли під час тестування;

2) оптимізацію програмного забезпечення для підвищення ефективності та швидкодії системи;

3) покращення енергоспоживання та підвищення надійності роботи системи в різних умовах;

4) підготовку системи до можливого впровадження у виробництво або розгортання в реальному середовищі.

Загалом, тестування прототипу мікроконтролерної системи попередження пожежі є критично важливим етапом, що забезпечує її надійність, безпеку та відповідність функціональним вимогам.

Також, мікроконтролерна система має потенційні можливості для майбутнього розвитку системи попередження пожежі, розглянемо кожен пункт більш детально:

а) оптимізація енергоспоживання:

1) вдосконалення системи живлення: розгляньте можливості заміни акумуляторів на більш енергоефективні, або розробіть спеціальні керуючі алгоритми для оптимізації використання енергії;

2) енергоефективні компоненти: використання енергоефективних компонентів та технологій снігерії може значно зменшити споживання енергії в режимі очікування;

б) розширення функціональності:

1) додавання нових сенсорів: розгляньте можливість включення додаткових сенсорів, які можуть виявляти інші види небезпек, такі як вода або CO₂;

2) розробка розширених алгоритмів аналізу даних: створення більш складних алгоритмів аналізу даних може покращити точність виявлення пожеж та інших небезпек;

в) вдосконалення взаємодії з користувачем:

1) розробка мобільного додатку: створення мобільного додатку дозволить користувачам отримувати сповіщення та керувати системою зі свого смартфона;

2) інтерактивний веб-інтерфейс: розробка веб-інтерфейсу для керування системою через Інтернет може забезпечити доступ до неї з будь-якого пристрою з підтримкою браузера;

г) розширення інтеграції з іншими системами:

1) інтеграція з "розумним будинком": забезпечення можливості взаємодії з іншими системами автоматизації будинку, такими як системи освітлення або кондиціонування повітря;

2) інтеграція з системами безпеки будівель: співпраця з існуючими системами безпеки будівель може забезпечити більшу координацію управління у разі небезпеки;

д) застосування в інших галузях:

1) промислові застосування: ваша система може бути використана для пожежного моніторингу в промислових приміщеннях або на виробничих об'єктах;

2) автомобільна безпека: розгляньте можливість використання системи для виявлення пожеж або викидів газів у транспортних засобах [60];

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк. 64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ці можливості демонструють широкий спектр потенційних застосувань вашої системи попередження пожежі та надають базу для подальшого розвитку і вдосконалення.

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

3.5 Висновок до третього розділу

Аналізуючи всі аспекти розробки мікроконтролерної системи попередження пожежі на базі ESP8266, можемо підкреслити успішність обраного підходу та виконаної роботи. Реалізація прототипу системи стала важливим етапом у процесі досліджень та розвитку в галузі пожежної безпеки. Апаратна частина системи була ретельно підібрана та успішно інтегрована, забезпечуючи надійне виявлення пожежних загроз та ефективне реагування на них.

Програмне забезпечення було розроблене з урахуванням функціональних вимог та виконувало свої завдання відповідно до очікувань. Однак під час тестування виникли питання щодо оптимізації енергоспоживання та підвищення загальної надійності системи. Ці аспекти потребують додаткового дослідження та вдосконалення для досягнення оптимальної ефективності та стабільності роботи.

Мікроконтролерна система попередження пожежі на базі ESP8266 виявила свій великий потенціал у покращенні рівня безпеки та захисту від пожеж. Її гнучкість та можливості інтеграції в різноманітні середовища роблять її привабливим вибором для впровадження як в промислових, так і житлових об'єктах. Проте для повного використання потенціалу цієї технології необхідно продовжувати дослідження та розвиток з метою постійного удосконалення системи та її адаптації до зростаючих вимог у сфері пожежної безпеки.

Детальне вивчення альтернативних методів оптимізації енергоспоживання, вдосконалення алгоритмів реагування та впровадження додаткових сенсорів для збільшення точності виявлення пожежних загроз може сприяти подальшому розвитку та удосконаленню системи. Додатково, проведення пілотних проектів на різних об'єктах дозволить зібрати більше даних про функціональність системи в реальних умовах експлуатації, що забезпечить більш точне визначення її можливостей та обмежень. Розширення співпраці з іншими виробниками та розвиток інтегрованих рішень можуть стати ключовими факторами у вдосконаленні системи попередження пожежі на базі ESP8266 і забезпечити її впровадження в широкому масштабі.

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

У ході виконання кваліфікаційної роботи на тему "Мікроконтролерна система попередження пожежі на базі ESP8266" було досліджено, проаналізовано та реалізовано ключові аспекти розробки системи попередження пожежі, що базується на сучасних мікроконтролерних технологіях. Ця робота спрямована на створення ефективної, надійної та доступної системи, здатної швидко виявляти пожежі та оперативно повідомляти про них.

У першому розділі було розглянуто класифікацію сповіщувачів пожежі, методи їх локалізації та огляд відомих протипожежних систем. Це дозволило зробити обґрунтований вибір відповідного обладнання для створення мікроконтролерної системи попередження пожежі. Класифікація та аналіз сповіщувачів, таких як теплові, димові та газові, розширили наше розуміння різноманітності цих пристроїв та їхніх застосувань. Методологія локалізації пожежі та огляд доступних рішень для протипожежних систем надали необхідний контекст для подальшого проектування ефективної системи. Було також розглянуто сучасні протипожежні системи, такі як традиційні дротові системи, бездротові системи та системи на основі хмарних технологій, їхні переваги та недоліки.

У другому розділі було обрано та проаналізовано апаратні та програмні компоненти для мікроконтролерної системи попередження пожежі. Обрані компоненти, такі як ESP8266, давачі диму, газу та температури, модульне реле та GSM модуль, відповідали вимогам ефективності, надійності та швидкодії системи. Цей вибір був здійснений на основі детального аналізу їх технічних характеристик та можливостей інтеграції в загальну систему, що забезпечило основу для створення надійної та функціональної системи попередження пожежі.

У третьому розділі було розроблено функціональну та електричну схему системи, а також алгоритм її функціонування. Успішно реалізований прототип системи був протестований на відповідність функціональним вимогам. Апаратна частина системи, включаючи давачі, реле, сирену та GSM модуль, була успішно

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підключена та протестована. Програмне забезпечення було розроблено та адаптовано для забезпечення необхідної функціональності.

Тестування системи включало кілька етапів:

— перевірка чутливості датчиків: систему було протестовано в різних умовах для перевірки її здатності виявляти дим, газ та тепло;

— перевірка зв'язку: було протестовано надійність та швидкість передачі даних через Wi-Fi та GSM модулі;

— аналіз енергоспоживання: було проведено детальний аналіз споживання енергії кожним компонентом системи, щоб забезпечити її тривалу роботу від автономних джерел живлення.

Після тестування прототипу було підтверджено його працездатність та відповідність вимогам безпеки та ефективності. Проте було виявлено деякі питання, які потребують додаткового дослідження та оптимізації, зокрема, щодо енергоспоживання та надійності системи.

Загалом, результати кваліфікаційної роботи показав успішність обраного підходу до розробки мікроконтролерної системи попередження пожежі на базі ESP8266. Виявлено високий потенціал цієї технології у сфері пожежної безпеки, що відкриває перспективи для подальших досліджень та вдосконалення системи з метою підвищення її ефективності та надійності. Розроблена система має значний потенціал для впровадження в житлових, комерційних та індустріальних приміщеннях, що дозволяє значно підвищити рівень безпеки та знизити ризики, пов'язані з пожежами.

Проект також створює передумови для подальшого розвитку системи, включаючи інтеграцію додаткових функцій, таких як дистанційне керування через мобільні додатки, використання додаткових типів датчиків та покращення алгоритмів виявлення та реагування на пожежні загрози. Це підвищить загальну ефективність та надійність системи, роблячи її ще більш корисною та доступною для широкого кола користувачів.

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк. 68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Макаров О. Мікроконтролер ESP8266: перші кроки. 2017. 220 с.
2. Мазур О. Arduino для початківців. 2015. 180 с.
3. Штукенберг В. Проектування мікроконтролерних пристроїв на базі ESP8266. 2018. 250 с.
4. Кондраков М. Мікроконтролери AVR ATmega8 та ESP8266. 2016. 200 с.
5. Скакун В. Електроніка та програмування мікроконтролерів. 2019. 300 с.
6. Хамітов І. Розробка вбудованих систем на мікроконтролерах ESP8266. 2020. 270 с.
7. Mazidi M.A., Mazidi J.G., McKinlay R. Microcontroller and Embedded Systems: Theory and Applications. Pearson, 2013. 640 p.
8. Buyya R., Dastjerdi A.V. Internet of Things: Principles and Paradigms. 2016. 378 p.
9. Hersent O., Boswarthick D., Elloumi O. The Internet of Things: Key Applications and Protocols. 2012. 360 p.
10. Kurniawan A. ESP8266 NodeMCU Development Workshop. 2017. 204 с.
11. Faludi R. Building Wireless Sensor Networks: with ZigBee, XBee, Arduino, and Processing. 2010. 320 p.
12. Chantzis F., Stais I., Calderon P., Deirmentzoglou E. Practical IoT Hacking: The Definitive Guide to Attacking the Internet of Things. 2021. 368 p.
13. Karvinen T., Karvinen K., Valtokari V. Make: Sensors: A Hands-On Primer for Monitoring the Real World with Arduino and Raspberry Pi. 2014. 416 p.
14. Vacca J. Internet of Things (IoT) Security: Principles and Practice. 2020. 822 p.
15. Pfister C. Getting Started with the Internet of Things: Connecting Sensors and Microcontrollers to the Cloud. 2011. 200 p.
16. Kurniawan A. ESP8266 WiFi Development Workshop. 2016. 180 p.

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк. 69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

17. Sohraby K., Minoli D., Znati T. Wireless Sensor Networks: Technology, Protocols, and Applications. 2007. 328 p.
18. Norris D. Python for Microcontrollers: Getting Started with MicroPython. 2016. 312 p.
19. Williams A. Microcontroller Projects with the Basic Stamp. 2002. 256 p.
20. Monk S. Programming Arduino: Getting Started with Sketches. 2011. 192 p.
21. Hanes D., Salgueiro G., Grossetete P., Barton R., Henry J. IoT Fundamentals: Networking Technologies, Protocols, and Use Cases for the Internet of Things. 2017. 448 p.
22. Osborn S. Makers at Work: Folks Reinventing the World One Object or Idea at a Time. 2013. 324 p.
23. Lea P. Internet of Things for Architects: Architecting IoT Solutions by Implementing Sensors, Communication Infrastructure, Edge Computing, Analytics, and Security. 2018. 514 p.
24. Groner L. Learning JavaScript Data Structures and Algorithms. 2016. 400 p.
25. Doukas C. Building Internet of Things with the Arduino. 2012. 320 p.
26. Lea P. IoT and Edge Computing for Architects. 2020. 528 p.
27. Sinclair B. IoT Inc: How Your Company Can Use the Internet of Things to Win in the Outcome Economy. 2017. 288 p.
28. McEwen A., Cassimally H. Designing the Internet of Things. 2013. 336 p.
29. Igoe T. Making Things Talk: Using Sensors, Networks, and Arduino to See, Hear, and Feel Your World. 2017. 556 p.
30. Mulder P., Breseman K. Node.js for Embedded Systems. 2016. 346 p.
31. Shovic J.C. Raspberry Pi IoT Projects: Prototyping Experiments for Makers. 2016. 253 p.
32. Kurniawan A. MicroPython for ESP8266 Development Workshop. 2017. 236 p.

					КВРКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк. 70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

33. Kulkarni C. Mastering Microcontroller Programming with Arduino. 2020. 512 p.
34. Rayes A., Salam S. Internet of Things From Hype to Reality: The Road to Digitization. 2019. 300 p.
35. Batrinu C. ESP8266 Home Automation Projects. 2017. 368 p.
36. Klein S., McCown S. IoT Solutions in Microsoft's Azure IoT Suite: Data Acquisition and Analysis in the Real World. 2017. 384 p.
37. Waher P. IoT: Building Arduino-Based Projects. 2015. 320 p.
38. Barrett S., Pack D. Microcontroller Programming and Interfacing with Texas Instruments MSP430FR2433 and MSP430FR5994: The Ultimate Beginner's Guide. 2020. 253 p.
39. Hagino T. Practical Node-RED Programming: Creating Flow-Based IoT Applications. 2020. 272 p.
40. Waher P., Carrara D., Hillar G.C. Mastering Internet of Things: Design and create your own IoT applications using Raspberry Pi 3. 2018. 510 p.
41. Geddes M. Arduino Project Handbook: 25 Practical Projects to Get You Started. 2016. 272 p.
42. Schwartz M. Internet of Things with ESP8266. 2016. 226 p.
43. Langbridge J.A. Professional Embedded ARM Development. 2013. 288 p.
44. Desai P. Python Programming for Arduino. 2015. 400 p.
45. Singh R., Gehlot A. Building Internet of Things with the Arduino and Raspberry Pi. 2019. 320 p.
46. Slama D., Puhlmann F., Morrish J., Bhatnagar R.M. Enterprise IoT: Strategies and Best Practices for Connected Products and Services. 2015. 492 p.
47. Hughes J.M. Arduino: A Technical Reference: A Handbook for Technicians, Engineers, and Makers. 2016. 638 p.
48. Waher P. Learning Internet of Things. 2015. 456 p.
49. Williams E. Make: AVR Programming: Learning to Write Software for Hardware. 2014. 472 p.

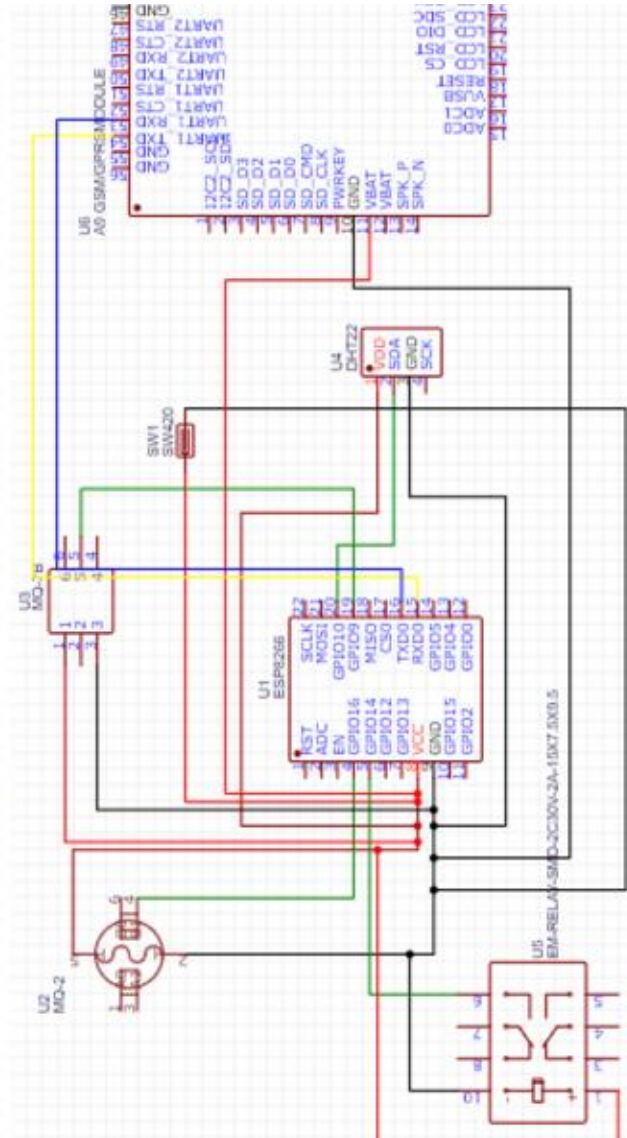
					КВПКІ 101066.21.01.16 ПЗ	Арк. 71
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

50. Monk S. The Maker's Guide to the Zombie Apocalypse: Defend Your Base with Simple Circuits, Arduino, and Raspberry Pi. 2015. 296 p.
51. Kannisto L. IoT Security Issues. 2021. 240 p.
52. Smith W.A. C Programming for Embedded Microcontrollers. 2008. 232 p.
53. Barnett R.H., Cox S., O'Cull L. Embedded C Programming and the Atmel AVR. 2006. 512 p.
54. Warden P., Situnayake D. TinyML: Machine Learning with TensorFlow Lite on Arduino and Ultra-Low-Power Microcontrollers. 2019. 520 p.
55. Huang A. The Hardware Hacker: Adventures in Making and Breaking Hardware. 2017. 416 p.
56. Pearce J.M. Open-Source Lab: How to Build Your Own Hardware and Reduce Research Costs. 2014. 336 p.
57. Molloy D. Exploring BeagleBone: Tools and Techniques for Building with Embedded Linux. 2014. 600 p.
58. Margolis M. Arduino Cookbook. 2011. 700 p.
59. Nagy C. Embedded Systems Design with the Texas Instruments MSP430 Series. 2003. 280 p.
60. King A. Programming the Internet of Things: An Introduction to Building Integrated, Device-to-Cloud IoT Solutions. 2018. 500 p.

Додаток А (обов'язковий)

Копія креслення «Електрично-принципової схеми мікроконтролерної системи попередження пожежі на базі ESP8266»

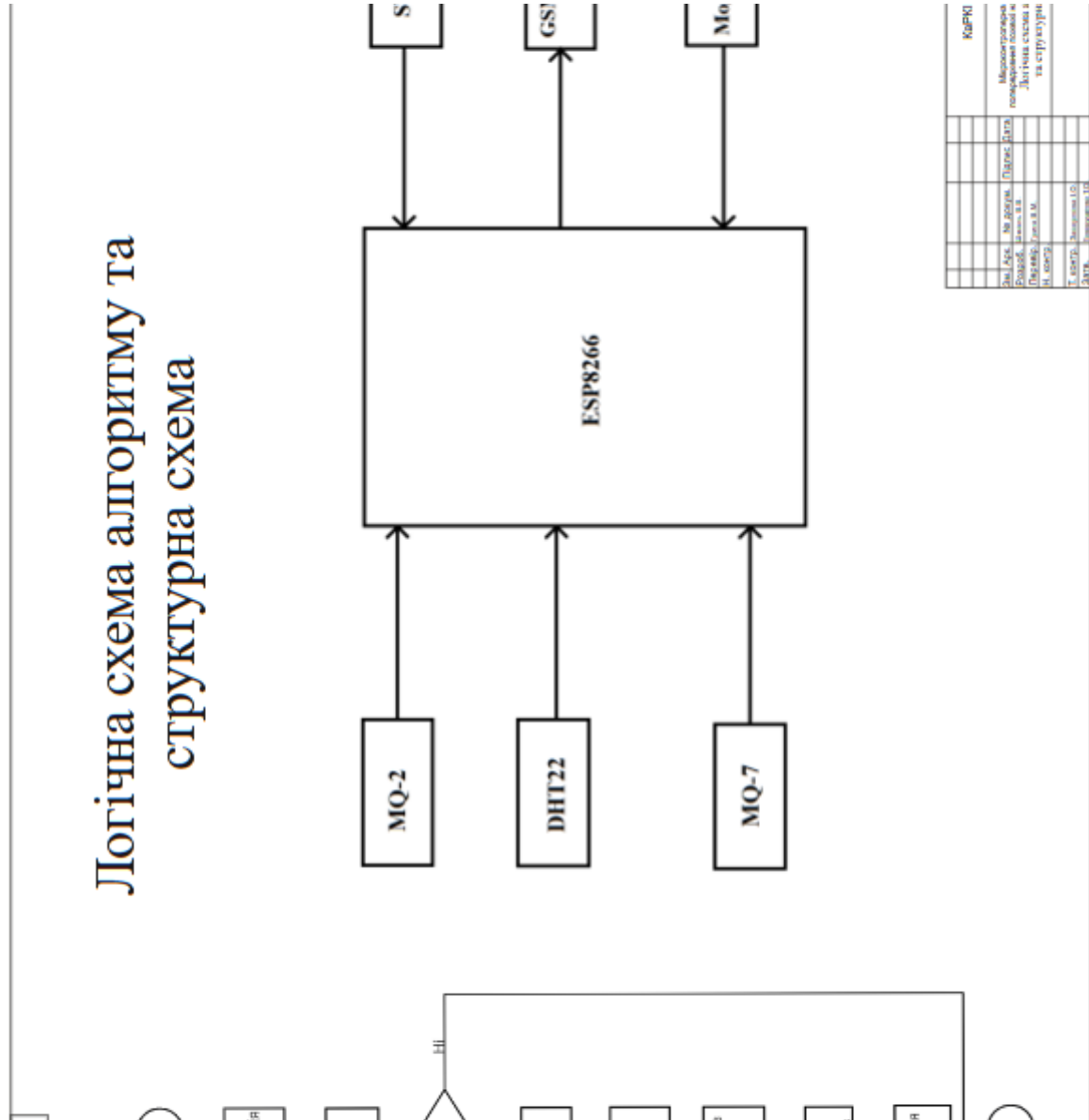
Електрично-принципова схема



Код ПРІ		Місце розробки	
Дат. Акт.	№ докум.	Підпис:	Підпис:
Оброб.	Замов.	І. М. М.	І. М. М.
Прийм.	Розроб.	І. М. М.	І. М. М.
Н. онов.	Н. онов.	І. М. М.	І. М. М.
З. онов.	З. онов.	І. М. М.	І. М. М.
Л. онов.	Л. онов.	І. М. М.	І. М. М.

Додаток Б
(обов'язковий)

Копія креслення «Логічна схема алгоритму та структурна схема мікроконтролерної системи попередження пожежі на базі ESP8266»




```

// Use the Serial Monitor to view printed messages
Serial.begin(9600);
while (!Serial) ; // wait for serial port to connect. Needed for native
USB
Serial.println("start");

dht.begin();
wifi.init(SSID, PASSWORD);
menuOption = menu();

}

// Main logic of your circuit. It defines the interaction between the
components you selected. After setup, it runs over and over again, in an
eternal loop.
void loop()
{

if(menuOption == '1') {
// DHT22/11 Humidity and Temperature Sensor - Test Code
// Reading humidity in %
float dhtHumidity = dht.readHumidity();
// Read temperature in Celsius, for Fahrenheit use .readTempF()
float dhtTempC = dht.readTempC();
Serial.print(F("Humidity:      "));      Serial.print(dhtHumidity);
Serial.print(F(" [%]\t"));
Serial.print(F("Temp: ")); Serial.print(dhtTempC); Serial.println(F("
[C]"));
}
}

```

```

}
else if(menuOption == '2') {
// ESP8266-01 - Wifi Module - Test Code
//Send request for www.google.com at port 80
wifi.httpGet(host, hostPort);
// get response buffer. Note that it is set to 250 bytes due to the
Arduino low memory
char* wifiBuf = wifi.getBuffer();
//Comment out to print the buffer to Serial Monitor
//for(int i=0; i< MAX_BUFFER_SIZE ; i++)
// Serial.print(wifiBuf[i]);
//search buffer for the date and time and print it to the serial monitor.
This is GMT time!
char *wifiDateIdx = strstr (wifiBuf, "Date");
for (int i = 0; wifiDateIdx[i] != '\n' ; i++)
Serial.print(wifiDateIdx[i]);

}
else if(menuOption == '3')
{
// Disclaimer: The Methane, Butane, LPG and Smoke Gas Sensor -
MQ-2 is in testing and/or doesn't have code, therefore it may be buggy.
Please be kind and report any bugs you may find.
}
else if(menuOption == '4')
{

```

// Disclaimer: The Carbon Monoxide Sensor - MQ-7 is in testing and/or doesn't have code, therefore it may be buggy. Please be kind and report any bugs you may find.

```
}  
else if(menuOption == '5') {  
  // Relay Module - Test Code  
  // The relay will turn on and off for 500ms (0.5 sec)  
  relayModule.on();    // 1. turns on  
  delay(500);          // 2. waits 500 milliseconds (0.5 sec). Change the  
value in the brackets (500) for a longer or shorter delay in milliseconds.  
  relayModule.off();   // 3. turns off.  
  delay(500);          // 4. waits 500 milliseconds (0.5 sec). Change the  
value in the brackets (500) for a longer or shorter delay in milliseconds.
```

```
}  
else if(menuOption == '6')  
{  
  // Disclaimer: The QuadBand GPRS-GSM SIM800L is in testing  
and/or doesn't have code, therefore it may be buggy. Please be kind and  
report any bugs you may find.
```

```
}  
else if(menuOption == '7')  
{  
  // Disclaimer: The Fast Vibration Sensor Switch (Easy to trigger) is in  
testing and/or doesn't have code, therefore it may be buggy. Please be  
kind and report any bugs you may find.
```

```
}  
  
if (millis() - time0 > timeout)  
{
```

```

        menuOption = menu();
    }

}

// Menu function for selecting the components to be tested
// Follow serial monitor for instructions
char menu()
{

    Serial.println(F("\nWhich component would you like to test?"));
    Serial.println(F("(1) DHT22/11 Humidity and Temperature Sensor"));
    Serial.println(F("(2) ESP8266-01 - Wifi Module"));
    Serial.println(F("(3) Methane, Butane, LPG and Smoke Gas Sensor -
MQ-2"));
    Serial.println(F("(4) Carbon Monoxide Sensor - MQ-7"));
    Serial.println(F("(5) Relay Module"));
    Serial.println(F("(6) QuadBand GPRS-GSM SIM800L"));
    Serial.println(F("(7) Fast Vibration Sensor Switch (Easy to
trigger)"));
    Serial.println(F("(menu) send anything else or press on board reset
button\n"));
    while (!Serial.available());

    // Read data from serial monitor if received
    while (Serial.available())
    {

```

```

char c = Serial.read();
if (isAlphaNumeric(c))
{

    if(c == '1')
        Serial.println(F("Now Testing DHT22/11 Humidity
and Temperature Sensor"));
    else if(c == '2')
        Serial.println(F("Now Testing ESP8266-01 - Wifi
Module"));
    else if(c == '3')
        Serial.println(F("Now Testing Methane, Butane,
LPG and Smoke Gas Sensor - MQ-2 - note that this component doesn't
have a test code"));
    else if(c == '4')
        Serial.println(F("Now Testing Carbon Monoxide
Sensor - MQ-7 - note that this component doesn't have a test code"));
    else if(c == '5')
        Serial.println(F("Now Testing Relay Module"));
    else if(c == '6')
        Serial.println(F("Now Testing QuadBand GPRS-
GSM SIM800L - note that this component doesn't have a test code"));
    else if(c == '7')
        Serial.println(F("Now Testing Fast Vibration Sensor
Switch (Easy to trigger) - note that this component doesn't have a test
code"));
    else
    {
        Serial.println(F("illegal input!"));
    }
}

```

```
        return 0;
    }
    time0 = millis();
    return c;
}
}
```

Ім'я користувача:
Кафедра КІ

ID перевірки:
1016351814

Дата перевірки:
13.06.2024 02:13:02 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
13.06.2024 06:20:25 EEST

ID користувача:
100005591

Назва документа: Шмаль_Мікроконтролерна система попередження пожежі на базі ESP8266

Кількість сторінок: 70 Кількість слів: 12796 Кількість символів: 100384 Розмір файлу: 1.40 MB ID файлу: 1016155641

5.31% Схожість

Найбільша схожість: 2.25% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1016155643)

4.11% Джерела з Інтернету 84 Сторінка 72

2.93% Джерела з Бібліотеки 109 Сторінка 73

2.03% Цитат

Цитати 4 Сторінка 74

Посилання 1 Сторінка 74

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 2.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. Помилки в документах: 11%

ID: 129955 Назва: БКР Мікроконтролерна система попередження пожежі на базі ESP8266 Додано в БД: 2024-06-12 Автор: В.В. Шмаль Керівник: В.М. Грига Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	84845	693	2731 (3%)	31 (4%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Мікроконтролерна система попередження пожежі на базі ESP8266

Автор: Шмаль Валентин Валерійович

Спеціальність: 123- Комп'ютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Грига Володимир Михайлович, к.т.н., доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданій поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи.	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданій поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укріплення запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

- 1) запозичення розміщені в розділах аналізу існуючих аналогів та прототипів, які не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
- 2) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформлені посилання;
- 3) більшість запозичень яких є джерела з інтернету, кількість запозичень з яких становить 4,11%;
- 4) запозичення з друкованих ресурсів, та ресурсів з бібліотеки становить 2,93%.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 5,31% і адресується до 193 першоджерела, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КІІС



В. М. Грига

С.М. Лисенко

Т. О. Говорущенко

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Шмаль Валентин Валерійович

Тема: Мікроконтролерна система попередження пожежі на базі ESP8266

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 61

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Метою кваліфікаційної роботи є розроблення мікроконтролерної системи попередження пожежі на базі ESP8266 для підвищення ефективності та надійності системи пожежної безпеки.

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню.

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому розділі дипломного проекту проведено дослідження предметної області, пов'язаної з пожежною безпекою та мікроконтролерними системами. Проаналізовано теорію роботи мікроконтролера ESP8266, методи виявлення пожежі, класифікацію пожежних сповіщувачів, а також існуючі протипожежні системи. Виконано постановку задачі дослідження, яка полягає у розробці надійної мікроконтролерної системи попередження пожежі. У другому розділі дипломного проекту проведено розробку та моделювання системи попередження пожежі на базі ESP8266. Зокрема, виконано такі завдання: вибір та обґрунтування апаратних компонентів системи, таких як сенсори диму, температури та полум'я; розроблено функціональну схему системи, яка описує взаємодію між компонентами системи; розроблено алгоритм функціонування системи, який включає обробку даних з сенсорів та надсилання сповіщень у разі виявлення пожежі; створено програмне забезпечення для мікроконтролера ESP8266, яке забезпечує роботу системи в реальному часі. У третьому розділі дипломного проекту проведено апаратну реалізацію та тестування мікроконтролерної системи попередження пожежі. Основні виконані завдання:

реалізація електричної принципової схеми системи, яка включає всі необхідні компоненти для виявлення та сигналізації про пожежу; виготовлення прототипу системи на базі мікроконтролера ESP8266; проведення тестування прототипу в різних умовах для перевірки його ефективності та надійності; аналіз результатів тестування та визначення перспектив для подальших досліджень та вдосконалення системи пожежної безпеки. Виконання кожного розділу дипломного проекту включало використання сучасних досягнень науки і техніки, передових методів роботи у сфері мікроконтролерних систем, Інтернету речей (IoT) та пожежної безпеки.

4. Позитивні сторони роботи: Висока ефективність: Система дозволяє швидко виявляти пожежі та надсилати сповіщення в реальному часі, що значно підвищує оперативність реагування на надзвичайні ситуації.

5. Негативні сторони роботи: Складність налаштування: Незважаючи на доступність компонентів, налаштування та програмування системи можуть вимагати специфічних знань та досвіду, що може бути проблемою для непідготовлених користувачів.

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації.

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

8. Інші зауваження: _____

9. Оцінка дипломної роботи: добре

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) _____

Георгій Леонід Петрович, зав. каф. 173
ХНУ

"12" 06 2024 р.

 (підпис)

Завідувачу кафедри КІС
д-р.техн.наук, проф. Говорущенко Т. О.

Шмаля Валентина Валерійовича

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 3 курсу, групи КІ2с-21-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений(а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

3 червня 2024 року

