

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: *Комп'ютеризована система виявлення та запобігання витоку газу в приміщенні*

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

спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Волочій М.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Паламар А.М.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Луцик Н.С.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Осухівська Г.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

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

«___» _____ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Волочю Матвію Миколайовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютеризована система виявлення та запобігання витоку газу в приміщенні

Керівник роботи Паламар Андрій Михайлович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «24» квітня 2024 року № 4/7-408

2. Термін подання студентом завершеної роботи 24.06.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Технічне завдання

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

Вступ

1. Аналіз технічного завдання

2. Проектна частина

3. Практична частина

4. Безпека життєдіяльності, основи охорона праці

Висновки

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

1. Функціональна схема системи

2. Структурна схема керуючого пристрою

3. Схема електрична принципова

4. Блок-схема алгоритму роботи

АНОТАЦІЯ

Комп'ютеризована система виявлення та запобігання витoku газу в приміщенні // Кваліфікаційна робота бакалавра // Волочій Матвій Миколайович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних систем та мереж, група СІ-41 // Тернопіль, 2024 // с. – 76, рис. – 30, табл. – 3, аркушів А1 – 4, бібліогр. – 29.

Ключові слова: комп'ютеризована система, давачі, витік газу, Інтернет речей, дистанційний моніторинг.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці комп'ютеризованої системи для виявлення та запобігання витoku газу в приміщенні. Основна мета роботи полягає в проєктуванні ефективної системи, спрямованої на забезпечення безпеки та попередження аварійних ситуацій, пов'язаних з витokом газу. Розглянуто вимоги до проєктованої системи, а також здійснено огляд існуючих засобів для запобігання витoku газу. На основі порівняльного аналізу визначено найефективніші рішення для даної системи. Розроблено структуру комп'ютеризованої системи запобігання витoku газу, описано апаратне забезпечення. Синтезовано електричну схему пристрою, що забезпечує інтеграцію всіх компонентів для реалізації функціональності системи. Розроблено алгоритм роботи системи запобігання витoku газу та налаштовано середовище для розробки програмного забезпечення. Обґрунтовано вибір програмного середовища та описано процес встановлення необхідних бібліотек. Створено програмне забезпечення для мікроконтролерів, що здійснює опитування давачів та керування виконавчими елементами. Також реалізовано дистанційне керування системою за допомогою хмарної платформи Blynk.

ANNOTATION

Computerized system for detection and prevention of gas leakage in the room // Bachelor thesis // Volochii Matvii // Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Faculty of Computer Information System and Software Engineering, Department of Computer Systems and Networks, group CI-41 // Ternopil, 2024 // p. – 76, fig. – 30, table. – 3, sheets A1 – 4, ref. – 29.

Key words: computerized system, sensors, gas leakage, Internet of Things, remote monitoring.

The qualification work is devoted to the development of a computerized system for detecting and preventing gas leaks in a room. The main goal of the work is to design an effective system aimed at ensuring safety and preventing emergencies related to gas leaks. The requirements for the designed system are considered, as well as a review of existing gas leakage prevention tools. Based on a comparative analysis, the most effective solutions for this system are identified. The structure of the computerized gas leakage prevention system is developed and the hardware is described. The electrical circuit of the device is synthesized, which ensures the integration of all components to realize the functionality of the system. An algorithm for the operation of the gas leakage prevention system is developed and the environment for software development is configured. The choice of the software environment is substantiated and the process of installing the necessary libraries is described. The software for microcontrollers was created, which polls sensors and controls actuators. Remote control of the system using the Blynk cloud platform is also implemented.

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ	10
1.1 Аналіз вимог до комп'ютеризованої системи виявлення і запобігання витоку газу.....	10
1.2 Огляд існуючих засобів для запобігання витоку газу	11
1.2.1 Класифікація засобів для запобігання витоку газу.....	11
1.2.2 Давач витоку газу Trinix TRX-1000GD	13
1.2.3 Пристрій «Страж S51A3K»	14
1.2.4 Детектор газу Wintact WT8823	15
1.2.5 Результати порівняльного аналізу засобів для запобігання витоку газу.....	17
1.3 Аналіз можливих рішень поставленого завдання	18
РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА.....	20
2.1 Розробка структури комп'ютеризованої системи запобігання витоку газу.....	20
2.2 Розробка апаратного забезпечення комп'ютеризованої системи запобігання витоку газу	23
2.2.1 Платформа Arduino Nano	23
2.2.2 WiFi модуль ESP-01S	26
2.2.3 Модуль підключення ESP-01S до Arduino	29
2.2.4 Давач газу MQ-9	30
2.2.5 Електропривід керування краном Smart Gas	33
2.3 Розробка електричної схеми пристрою.....	34
РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	36
3.1 Розробка алгоритму роботи системи запобігання витоку газу	36
3.2 Налаштування середовища розробки.....	38
3.2.1 Обґрунтування вибору середовища розробки	38

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Волочій М.М.			Комп'ютеризована система виявлення та запобігання витоку газу в приміщенні	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевірів		Паламар А.М.					5	76
Рецензент						ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41		
Н. Контр.		Луцик Н.С.						
Зав. каф.		Осухівська Г.М.						

3.2.2 Налаштування PlatformIO	40
3.2.3 Встановлення бібліотек.....	41
3.3 Розробка програмного забезпечення.....	42
3.4 Реалізація взаємодії з платформою Vlynk.....	46
3.4.1 Особливості платформи Vlynk.....	46
3.4.2 Налаштування платформи Vlynk.....	47
3.5 Результати тестування системи	49
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	51
4.1 Долікарська допомога при опіках	51
4.2 Аналіз умов праці за показниками шкідливості та небезпечності чинників виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу	53
ВИСНОВКИ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	59
Додаток А Технічне завдання.....	62
Додаток Б Перелік елементів	72
Додаток В Лістинг програми.....	74

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

IoT – Internet of Things;

АЦП – аналого-цифровий перетворювач;

БЖ – блок живлення;

КС – комп'ютеризована система;

МК – мікроконтролер;

ПЗ – програмне забезпечення;

ПК – персональний комп'ютер;

СДК – система дистанційного керування;

VSC – Visual Studio Code.

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проблема витоку газу в житлових та комерційних приміщеннях є однією з найгостріших у сфері забезпечення безпеки. Витоки газу можуть призвести до важких наслідків, включаючи вибухи, пожежі та отруєння. За статистикою, випадки аварійних ситуацій, пов'язаних з витоком газу, часто супроводжуються значними матеріальними збитками та загрозою для життя і здоров'я людей [1].

Основними причинами вибухів газу є недотримання правил експлуатації газового обладнання, порушення технічного стану газових мереж, а також відсутність або несправність систем виявлення і запобігання витоку газу. Такі системи повинні забезпечувати своєчасне виявлення витоку газу, попередження користувачів про небезпеку, а також автоматичне відключення подачі газу в разі перевищення критичного рівня концентрації газу в повітрі. Тому розробка ефективних систем для своєчасного виявлення та запобігання витоку газу є надзвичайно актуальною.

З розвитком технологій Інтернету речей (IoT) з'являються нові можливості для створення інтелектуальних систем моніторингу та безпеки. Використання мікроконтролерів, сенсорів та бездротових модулів дозволяє створювати комплексні рішення, які можуть оперативно реагувати на виникнення небезпеки. Сучасні комп'ютеризовані системи виявлення газу можуть не лише забезпечити миттєве сповіщення про витік, але й автоматично вживати заходів для усунення загрози.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка комп'ютеризованої системи для виявлення і запобігання витоку газу в приміщенні. Основні задачі дослідження включають:

- аналіз існуючих технологій та засобів для моніторингу витоку газу;
- розробка структурної та функціональної схем системи;
- вибір та обґрунтування компонентів системи, включаючи давачі, мікроконтролери та комунікаційні модулі;

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– розробка алгоритмів роботи системи та програмного забезпечення для мікроконтролерів;

– тестування системи в умовах, наближених до реальних, та оцінка її ефективності.

Система повинна забезпечити своєчасне виявлення небезпечних концентрацій газу, автоматичну активацію захисних механізмів, а також можливість дистанційного моніторингу і керування через мобільний додаток.

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

1.1 Аналіз вимог до комп'ютеризованої системи виявлення і запобігання витоку газу

Комп'ютеризовані системи запобігання витоку газу стають все більш актуальними для забезпечення безпеки в будівлях, де використовується газове обладнання. Вимоги до таких систем визначаються низкою факторів, включаючи безпеку, ефективність, надійність і зручність в експлуатації.

Система повинна точно та надійно виявляти навіть найменше перевищення концентрації газу у приміщенні. Давачі, які будуть використовуватись в системі, повинні бути чутливими до різноманітних типів газів і надійно працювати в різних умовах.

Проектована система повинна мати здатність негайно реагувати на виявлення витоку газу і вживати заходів для запобігання аваріям. Автоматичне відключення газопостачання або активація вентиляційних систем може бути важливою функцією для мінімізації ризику. Система повинна уникати надмірної чутливості, що може призводити до хибних спрацювань, таких як спрацювання від пилу або пари. Наявність фільтрів та алгоритмів фільтрації допоможе уникнути неправильних сигналів від датчиків.

Система повинна мати можливість віддаленого керування та моніторингу, щоб користувачі могли контролювати ситуацію з будь-якого місця. Використання мобільних додатків або веб-інтерфейсу забезпечить зручний доступ до системи. Важливою вимогою є можливість інтеграції системи запобігання витоку газу з іншими засобами безпеки, такими як системи виявлення пожежі або охорони приміщення.

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Волочій М.М.			Аналіз технічного завдання	Лім.	Арк.	Акрушіє
Перевірів		Паламар А.М.					10	10
Рецензент						ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41		
Н. Контр.		Луцик Н.С.						
Зав. каф.		Осухівська Г.М.						

Результати аналізу вказують на необхідність створення комплексної системи, яка забезпечить надійне виявлення витoku газу, швидку реакцію на небезпеку, уникне фальшивих спрацювань та забезпечить можливість віддаленого керування і інтеграції з іншими системами.

1.2 Огляд існуючих засобів для запобігання витoku газу

1.2.1 Класифікація засобів для запобігання витoku газу

Засоби для запобігання витoku газу можна класифікувати за кількома критеріями, зокрема за типом давачів, методом сповіщення, способом реагування на витік та можливістю інтеграції в мережу. Кожна з цих категорій має свої особливості, що слід враховувати при виборі відповідного рішення для конкретного застосування.

За типом давачів можна виділити:

- каталітичні;
- напівпровідникові;
- інфрачервоні.

Каталітичні давачі працюють на основі окислення горючих газів на каталітичному елементі. Вони відомі своєю високою точністю та швидкістю реакції, проте на їх роботу можуть впливати інші хімічні речовини в повітрі.

Напівпровідникові давачі використовують зміну провідності напівпровідникового матеріалу під впливом газу. Вони є менш точними порівняно з каталітичними давачами, але відзначаються простотою у використанні та низькою вартістю.

Інфрачервоні давачі працюють на принципі вимірювання поглинання інфрачервоного випромінювання молекулами газу. Вони мають високу точність та стабільність, але є дорогими та потребують регулярного обслуговування.

За способом сповіщення існують:

- звукові сповіщувачі;
- світлові сповіщувачі;

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- дистанційні сповіщувачі.

Звукові сповіщувачі використовують звукові сигнали для інформування про виявлений витік газу. Це простий та ефективний метод, але вимагає присутності людини для реагування на сигнал.

Світлові сповіщувачі використовують світлові індикатори (світлодіоди, лампи) для попередження про витік. Вони можуть використовуватись як доповнення до звукових сповіщувачів для підвищення наочності.

Дистанційні сповіщувачі використовують бездротові технології (WiFi, GSM) для надсилання повідомлень про витік на віддалені пристрої, такі як смартфони або комп'ютери. Це дозволяє оперативно інформувати користувачів незалежно від їхнього місцезнаходження.

За способом реагування на витік розрізняють:

- пасивні засоби;
- активні засоби.

Пасивні засоби лише сповіщають про наявність витіку без активного втручання у систему подачі газу. Прикладами є прості звукові та світлові сигналізатори.

Активні засоби мають механізми для автоматичного перекриття подачі газу у разі виявлення витіку. Це можуть бути електромагнітні клапани, що керуються давачами витіку.

За можливістю інтеграції в мережу існують:

- автономні системи;
- інтегровані системи.

Автономні системи працюють самостійно без можливості інтеграції в мережу. Вони прості в установці та використанні, але обмежені у функціональності.

Інтегровані системи можуть бути підключені до систем автоматизації будівлі або до інтернету для дистанційного керування та моніторингу. Вони забезпечують більш високий рівень безпеки та зручність експлуатації, але потребують складнішого налаштування та обслуговування.

					<i>КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Кожна з наведених категорій має переваги та недоліки, і вибір відповідного засобу для запобігання витоку газу залежить від конкретних умов експлуатації та вимог до безпеки. Комплексний підхід, що поєднує різні типи давачів, способи сповіщення та активні засоби реагування, дозволить створити ефективну систему запобігання витоку газу, яка максимально відповідає сучасним вимогам та забезпечує високий рівень безпеки приміщення.

1.2.2 Давач витоку газу Trinix TRX-1000GD

Давач витоку газу Trinix TRX-1000GD [2] є потенційним аналогом для проєктованої системи виявлення та запобігання витоку газу (рис. 1.1). Він відзначається кількома особливостями, які варто врахувати при аналізі.

Перш за все, Trinix TRX-1000GD пропонує надійне виявлення різних типів газів у приміщенні. Завдяки вбудованому газовому сенсору, він може реагувати на небезпечні концентрації газів, включаючи природний газ, метан, пропан та інші.



Рисунок 1.1 – Давач витоку газу Trinix TRX-1000GD

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Однією з важливих переваг Trinix TRX-1000GD є його швидка реакція на виявлення газу. При виявленні потенційно небезпечної ситуації давач негайно активує сигнал тривоги, що дозволяє оперативно реагувати на загрозу.

Крім того, цей давач має компактний дизайн, що спрощує його встановлення та розміщення у різних місцях приміщення. Його висока чутливість і точність забезпечують надійну роботу без зайвого спрацьовування або відмов.

У цілому, давач витоку газу Trinix TRX-1000GD є потенційно ефективним аналогом для проєктованої системи, пропонуючи надійне виявлення небезпечних ситуацій, пов'язаних з витоком газу і оперативну реакцію на них.

Проте, серед недоліків можна відзначити можливість хибних спрацювань у випадку попадання пилу або пари, що може призвести до некоректного ввімкнення сигналу тривоги. Також, важливо враховувати необхідність періодичної перевірки та обслуговування давача для забезпечення його ефективної роботи.

Загалом, давач витоку газу Trinix TRX-1000GD – це надійний та доступний пристрій, який може допомогти убезпечити будинок від витоку газу. Він має багато переваг, таких як висока чутливість, швидкий відгук, простота використання та доступна ціна. Однак, цей прилад потребує обов'язкового підключення до електромережі та може давати помилкові спрацьовування.

1.2.3 Пристрій «Страж S51A3K»

Пристрій «Страж S51A3K» [3] призначений для виявлення витоку газу (рис. 1.2). Однією з ключових особливостей цього сигналізатора є його висока чутливість до різних типів газів, включаючи природний газ, метан, пропан та інші. Він здатен виявляти навіть найменші концентрації газів у повітрі, що робить його ефективним засобом захисту від потенційних небезпек.

Перевагою пристрою «Страж S51A3K» є його надійність та стабільність роботи. Він має вбудовані заходи безпеки, які унеможливають допущення хибних спрацювань. Також, пристрій має високу швидкість реакції, що дозволяє оперативно реагувати на виявлення витоків газу.

					<i>КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14



Рисунок 1.2 – Страж S51A3K

Крім того, пристрій «Страж S51A3K» володіє простим та зрозумілим інтерфейсом, що спрощує його налаштування та використання. Він також може бути легко інтегрований з іншими засобами безпеки для створення комплексної системи контролю за приміщенням.

Проте, серед недоліків можна відзначити обмежені можливості віддаленого керування та моніторингу, оскільки він не має вбудованого модуля Wi-Fi або засобів для інтернет-підключення. Це може ускладнити контроль за станом пристрою у віддалених місцях або дистанційне керування ним.

У підсумку, пристрій «Страж S51A3K» є ефективним та надійним пристроєм для виявлення витоків газу у приміщенні, хоча він має обмежені можливості для віддаленого керування і моніторингу.

1.2.4 Детектор газу Wintact WT8823

Детектор газу Wintact WT8823 [4] є потужним інструментом для виявлення небезпечних концентрацій горючих газів у приміщенні (рис. 1.3). Його висока чутливість дозволяє виявляти різні види газів, такі як природний газ, метан, пропан та інші, забезпечуючи надійний захист від потенційних загроз.

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.3 – Детектор газу Wintact WT8823

Один із важливих аспектів цього детектора – це його акустичний та візуальний сигнали тривоги. Вони дозволяють оперативно сповіщати про небезпеку витоку газу, що допомагає уникнути можливих аварійних ситуацій та захистити життя і майно.

Компактний дизайн та невелика вага детектора роблять його легким у використанні і зручним у транспортуванні. Він може бути легко розміщений у різних місцях приміщення, що дозволяє забезпечити повне охоплення зони виявлення витоків газу.

Ще однією перевагою детектора є його широкий діапазон вимірювань. Він може вимірювати концентрацію газів у широкому діапазоні значень, що забезпечує точність і надійність вимірювань навіть при високих чи низьких концентраціях газу.

Проте, серед недоліків можна відзначити відсутність інтегрованих можливостей зберігання даних. Відсутність функцій запису та зберігання результатів може ускладнити аналіз і відстеження історії вимірювань, що є важливим для подальшого аналізу та вдосконалення системи безпеки.

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У підсумку, детектор газу Wintact WT8823 є ефективним і надійним інструментом для виявлення витоків газу у приміщенні. Він відзначається своєю точністю, простотою використання та доступною ціною, хоча має обмежену функціональність порівняно з іншими моделями.

1.2.5 Результати порівняльного аналізу засобів для запобігання витoku газу

Проведений порівняльний аналіз існуючих засобів для запобігання витoku газу дозволяє виявити як їхні переваги, так і недоліки, що обґрунтовує необхідність розробки нової, більш ефективної системи виявлення і запобігання витoku газу в приміщенні.

Давач витoku газу Trinix TRX-1000GD має високу чутливість і може ефективно виявляти витoki різних типів горючих газів. Проте його головним недоліком є обмежена можливість взаємодії з іншими системами безпеки та автоматизації. Він призначений переважно для автономного використання і не забезпечує можливості дистанційного керування або сповіщення через інтернет.

Пристрій «Страж S51A3K» також є ефективним засобом для виявлення витоків газу і має звукову та світлову індикацію. Однак, як і Trinix TRX-1000GD, цей пристрій не підтримує інтеграцію з іншими системами або мережами, що обмежує його функціональність у сучасних умовах, де важливо мати можливість дистанційного контролю та керування.

Детектор газу Wintact WT8823 пропонує додаткові функції, такі як портативність і можливість точного вимірювання концентрації газу. Незважаючи на це, його основним недоліком є відсутність можливості стаціонарного монтажу і постійного моніторингу приміщення. Він більше підходить для тимчасового використання або перевірки окремих зон, а не для постійного контролю.

Аналіз наведених засобів показує, що всі вони мають спільний недолік – відсутність можливості інтеграції з сучасними системами автоматизації та дистанційного керування. Усі розглянуті пристрої працюють автономно, що робить їх менш ефективними в умовах, коли необхідно швидко реагувати на

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виникнення небезпечної ситуації та забезпечувати постійний контроль за станом приміщення.

Таким чином, існуючі засоби для запобігання витoku газу не повністю задовольняють сучасні вимоги до безпеки та автоматизації. Це обґрунтовує необхідність розробки нової системи, яка б поєднувала високий рівень чутливості та точності з можливістю інтеграції у мережу інтернет для забезпечення дистанційного моніторингу та керування. Нова система повинна бути здатною забезпечити не тільки своєчасне виявлення витоків газу, але й автоматичне реагування на них з метою мінімізації ризиків та запобігання аварійним ситуаціям.

Розробка комп'ютеризованої системи виявлення і запобігання витoku газу, яка включатиме сучасні сенсори, мікроконтролери з можливістю програмування, а також засоби для зв'язку з інтернетом, дозволить створити інтегроване рішення для забезпечення безпеки в приміщеннях. Така система буде здатна не тільки виявляти витoki газу, але й автоматично перекривати подачу газу, вмикати вентиляцію та інформувати користувачів про небезпеку в режимі реального часу.

1.3 Аналіз можливих рішень поставленого завдання

Аналіз можливих рішень поставленого завдання вимагає уважного розгляду різних технологій та методів, які можна використати для реалізації системи виявлення та запобігання витoku газу в приміщенні. Першим можливим рішенням є використання газових давачів, таких як MQ-9, які здатні виявляти різні типи газів у повітрі.

Далі слід розглянути можливість використання систем відключення газопостачання, які автоматично переривають подачу газу у випадку виявлення витoku. Це може бути ефективним способом запобігання аваріям та мінімізації ризику для життя та майна.

Зокрема, важливим аспектом є можливість використання мережових з'єднань та концепції Internet of Things (IoT) для забезпечення віддаленого

					<i>КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						18
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

моніторингу системи. Це дозволить користувачам контролювати ситуацію з будь-якого місця та вчасно реагувати на небезпеку.

Крім того, важливою можливістю є інтеграція системи виявлення та запобігання витoku газу з іншими системами, такими як системи виявлення пожежі чи охорони приміщення. Це дозволить створити комплексну систему безпеки, яка забезпечить повне покриття небезпечних факторів та ефективний захист приміщень.

Отже, комплексний підхід до аналізу можливих рішень дозволяє забезпечити ефективну та надійну систему виявлення та запобігання витoku газу в приміщенні.

					<i>КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		19

РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка структури комп'ютеризованої системи запобігання витоку газу

Рис. 2.1 ілюструє функціональну схему комп'ютеризованої системи виявлення та запобігання витоку газу в приміщенні.

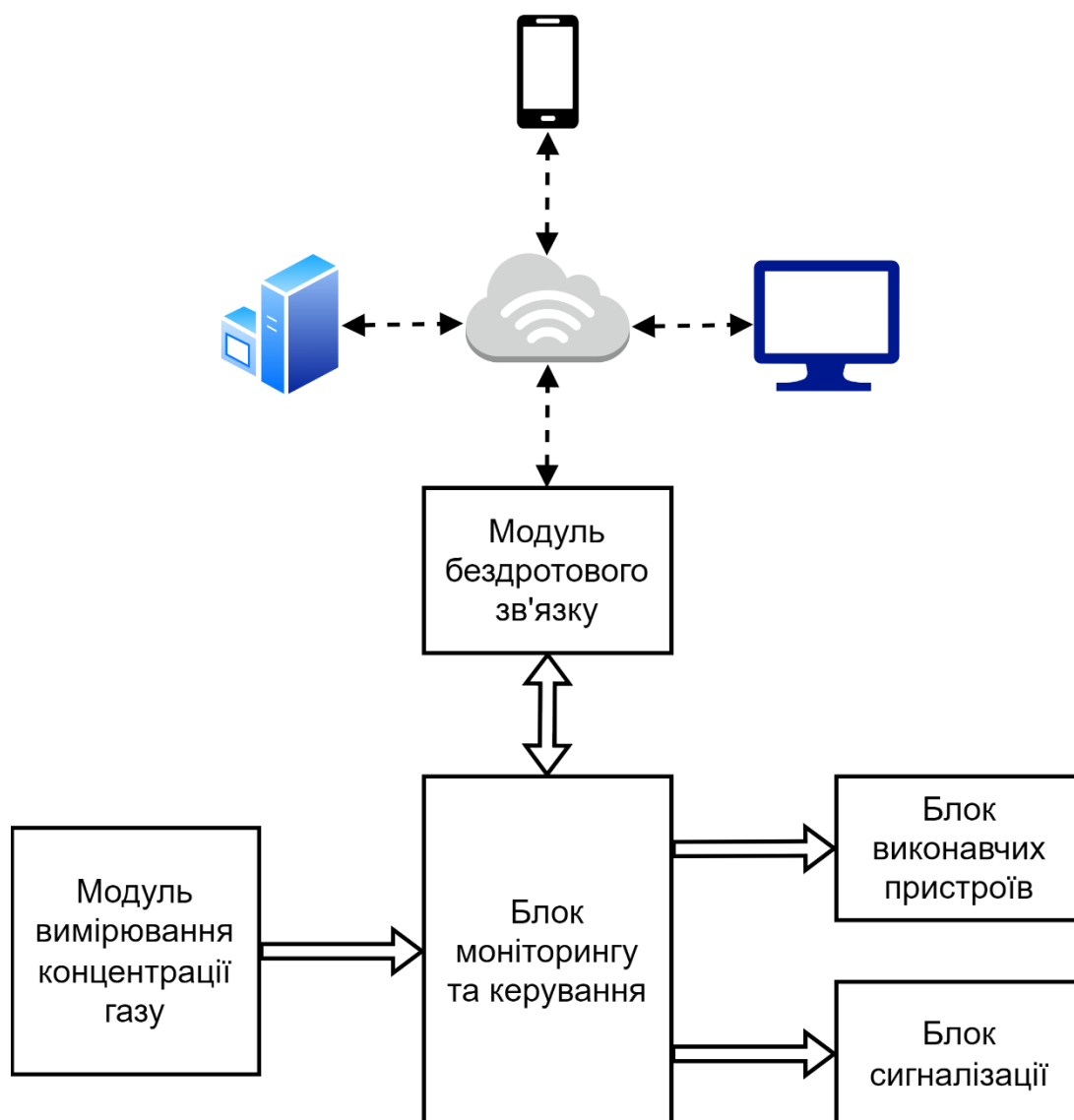


Рисунок 2.1 – Функціональна схема системи виявлення та запобігання витоку газу в приміщенні

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Волочій М.М.			Проектна частина	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевірів		Паламар А.М.					20	16
Рецензент						ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41		
Н. Контр.		Луцик Н.С.						
Зав. каф.		Осухівська Г.М.						

На схемі представлені основні компоненти системи та функціональні зв'язки між ними. У лівій частині схеми розташований модуль, який призначений для вимірювання концентрації газу у повітрі. Сигнал від нього передаються до блоку моніторингу та керування, який відповідає за приймання, обробку та інтерпретацію даних від давачів. Вона також відповідає за прийняття рішень у разі виявлення небезпечних рівнів концентрації газу в приміщенні, таких як активація сигналізації та відключення подачі газу через блок виконавчих пристроїв.

У верхній частині схеми розміщений модуль бездротового зв'язку за допомогою якого можлива віддалена взаємодія з системою через мобільний додаток або веб-інтерфейс. Це дає користувачам можливість моніторингу стану системи, отримання сповіщень та керування її роботою.

Структурна схема (рис. 2.2) відображає загальну концепцію пристрою для виявлення та запобігання витoku газу в приміщенні. Вона включає наступні основні компоненти:

- давач концентрації газу;
- мікроконтролерна платформа;
- електропривід для керування газовим клапаном;
- корпусний вентилятор;
- світлодіод та п'єзодинамік;
- WiFi-модуль.

Давач концентрації газу – це основний сенсор, який призначений для виявлення наявності високих концентрацій горючого газу в повітрі. Мікроконтролер отримує сигнал від давача газу та здійснює його обробку. Він приймає рішення щодо подальших дій, таких як активація сигналізації або відключення подачі газу.

Блок виконавчих пристроїв відповідає за управління різними компонентами системи відповідно до рішень, прийнятих мікроконтролером. Він включає себе електропривід для керування електричним газовим клапаном для припинення подачі

					<i>КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

газу та вентилятор, який може бути активований у разі виявлення небезпечного рівня газу для зниження його концентрації в приміщенні до безпечних значень.

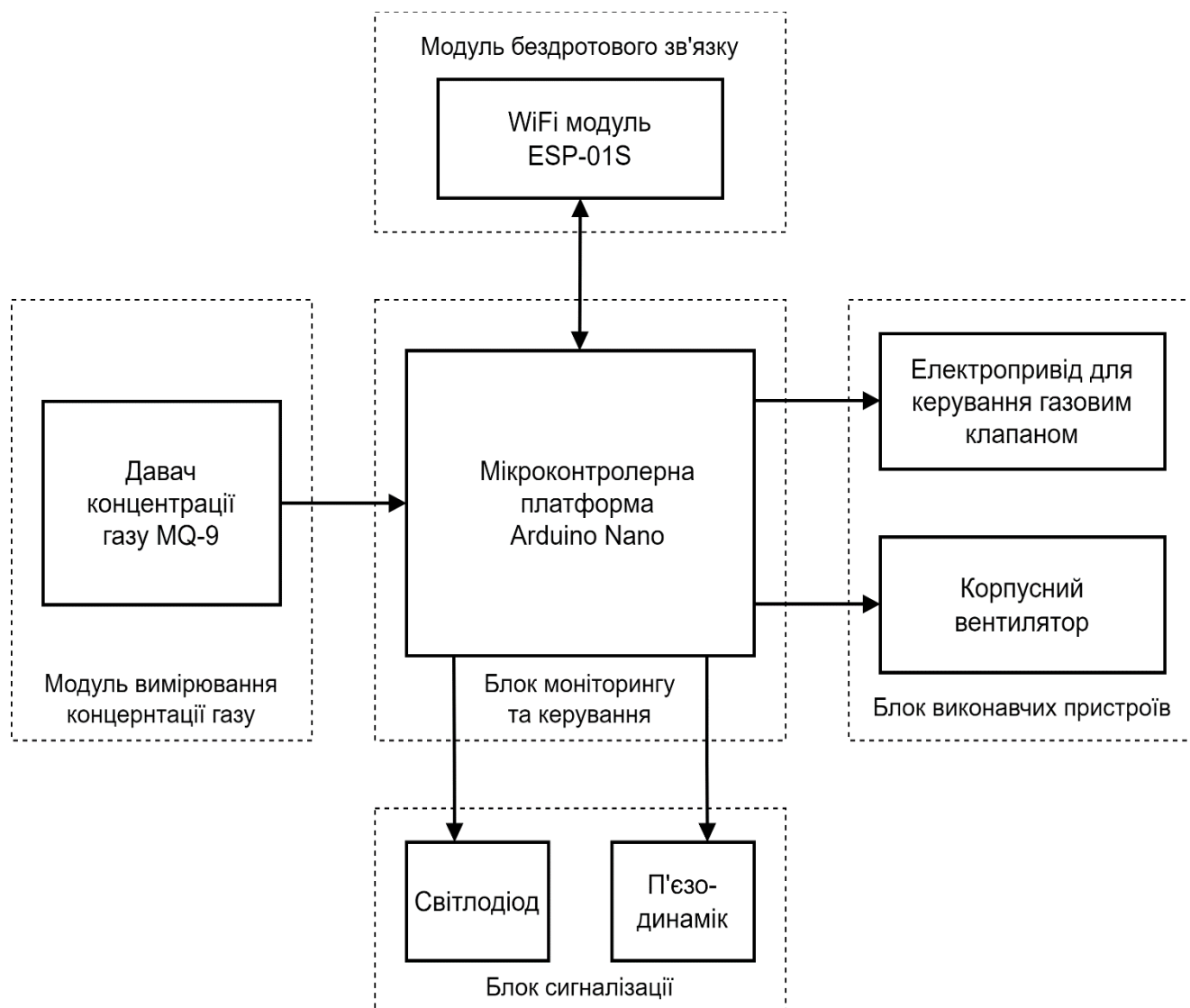


Рисунок 2.2 – Структурна схема пристрою для виявлення та запобігання витоку газу в приміщенні

Компоненти блоку сигналізації відповідають за активацію звукових та візуальних сигналів у разі виявлення небезпечних рівнів газу. WiFi модуль забезпечує бездротовий зв'язок пристрою з мережею Інтернет. Він дозволяє надсилати сповіщення користувачам та віддалено моніторити стан пристрою через мобільний додаток або веб-інтерфейс.

2.2 Розробка апаратного забезпечення комп'ютеризованої системи запобігання витoku газу

2.2.1 Платформа Arduino Nano

Arduino Nano – це компактна платформа для розробки вбудованих систем (рис. 2.3), яка базується на мікроконтролері ATmega328PB [5]. Arduino Nano має невеликий розмір, що робить її ідеальною для використання в різних проєктах, особливо там, де обмежений простір. Це дозволяє легко інтегрувати його в маленькі пристрої.

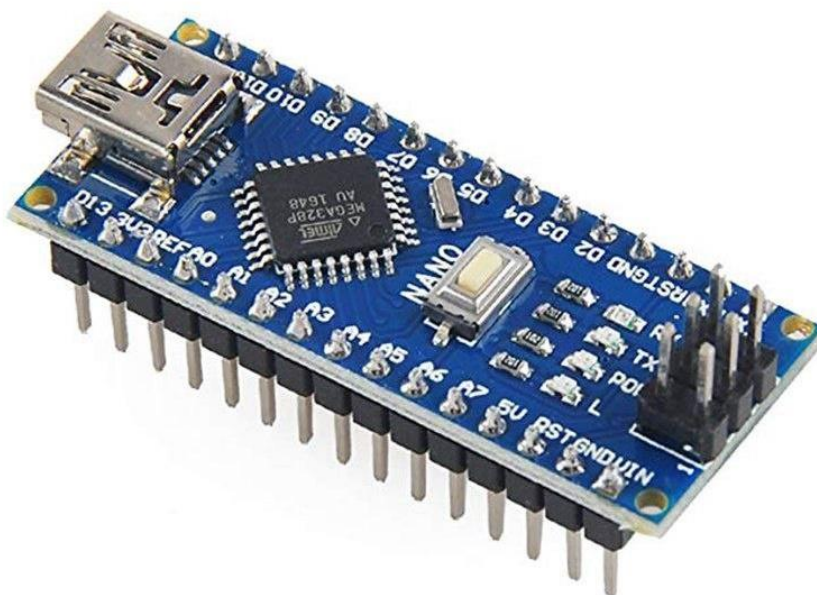


Рисунок 2.3 – Платформа Arduino Nano

Технічні характеристики Arduino Nano включають стабілізовану напругу живлення 5 В, частоту тактової системи 16 МГц і вбудовану пам'ять об'ємом 32 Кб. Крім того, є виводи для цифрових і аналогових сигналів, що дозволяє підключати різні сенсори та пристрої. Список основних характеристик платформи Arduino Nano зведений в табл. 2.1.

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Таблиця 2.1 – Характеристики Arduino Nano

Характеристика	Значення
Мікроконтролер	ATmega328
Робоча напруга	5 В
Вхідна напруга	7-12 В
Цифрових входів/виходів	14
Аналогових входів	8
Сила струму на входах/виходах	40 мА
Пам'ять	32 кБ
SRAM	2 кБ
EEPROM	1 кБ
Частота	16 МГц

Arduino Nano використовується для реалізації проєктів, які потребують мікроконтролера з компактним розміром та високою функціональністю. Його зручний інтерфейс програмування, широкий спектр доступних додаткових компонентів та багатофункціональність робить його гарним вибором для багатьох проєктів в області автоматизації, робототехніки, інтернету речей та багатьох інших.

Arduino Nano має ряд виводів, які можна використати для підключення різноманітних пристроїв та сенсорів. Наприклад, цифрові виводи D0-D13 можна налаштувати як вхід або вихід, а деякі з них підтримують широтно-імпульсну модуляцію (PWM). Аналогові виводи A0-A7 призначені для зчитування аналогових сигналів.

Плата також має інші виводи та інтерфейси, такі як RX, TX для комунікації через UART, SDA та SCL для комунікації за протоколом I²C, інтерфейс введення/виведення напруги 5 В та 3.3 В, а також вивід RESET для скидання програми мікроконтролера. На рис. 2.4 приведена схема розміщення виводів Arduino Nano.

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ARDUINO NANO PINOUT

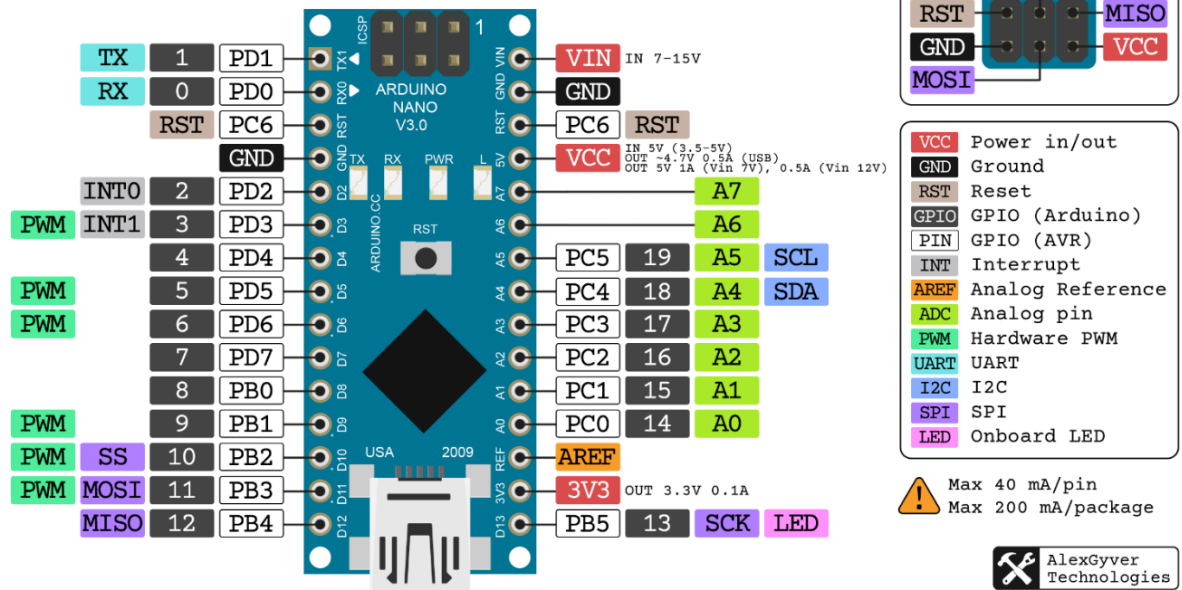


Рисунок 2.4 – Схема розміщення виводів Arduino Nano

Мікроконтролер ATmega328PB від компанії Microchip є поширеним і відомим своєю надійністю та високою функціональністю (рис. 2.5).

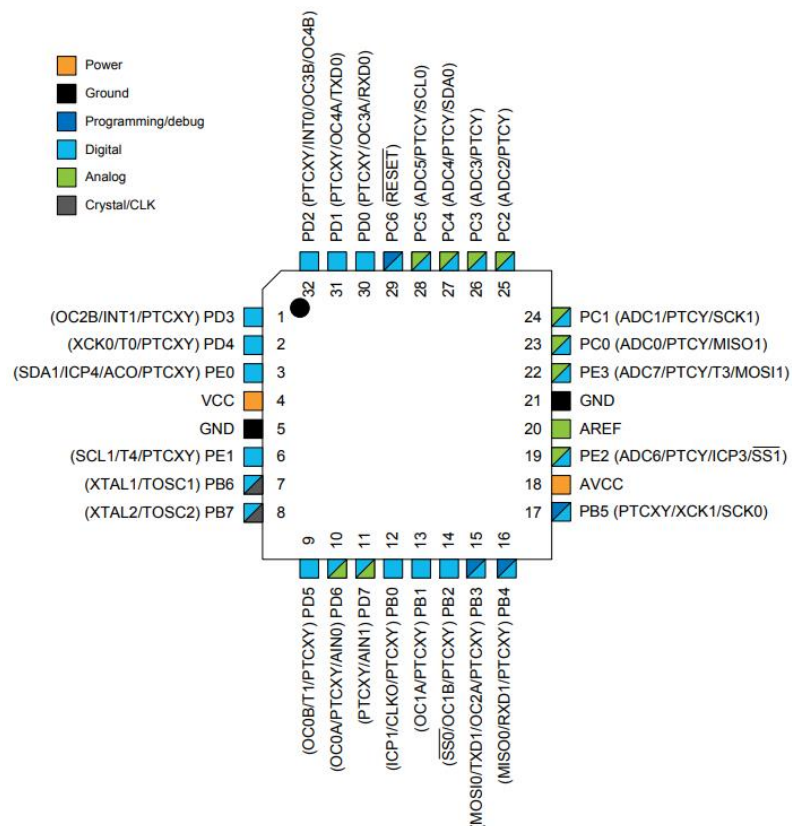


Рисунок 2.5 – Функції виводів ATmega328PB

На схемі електричної принципової схеми Arduino Nano (рис. 2.6) можна побачити компоненти та з'єднання, що входять до цієї платформи.

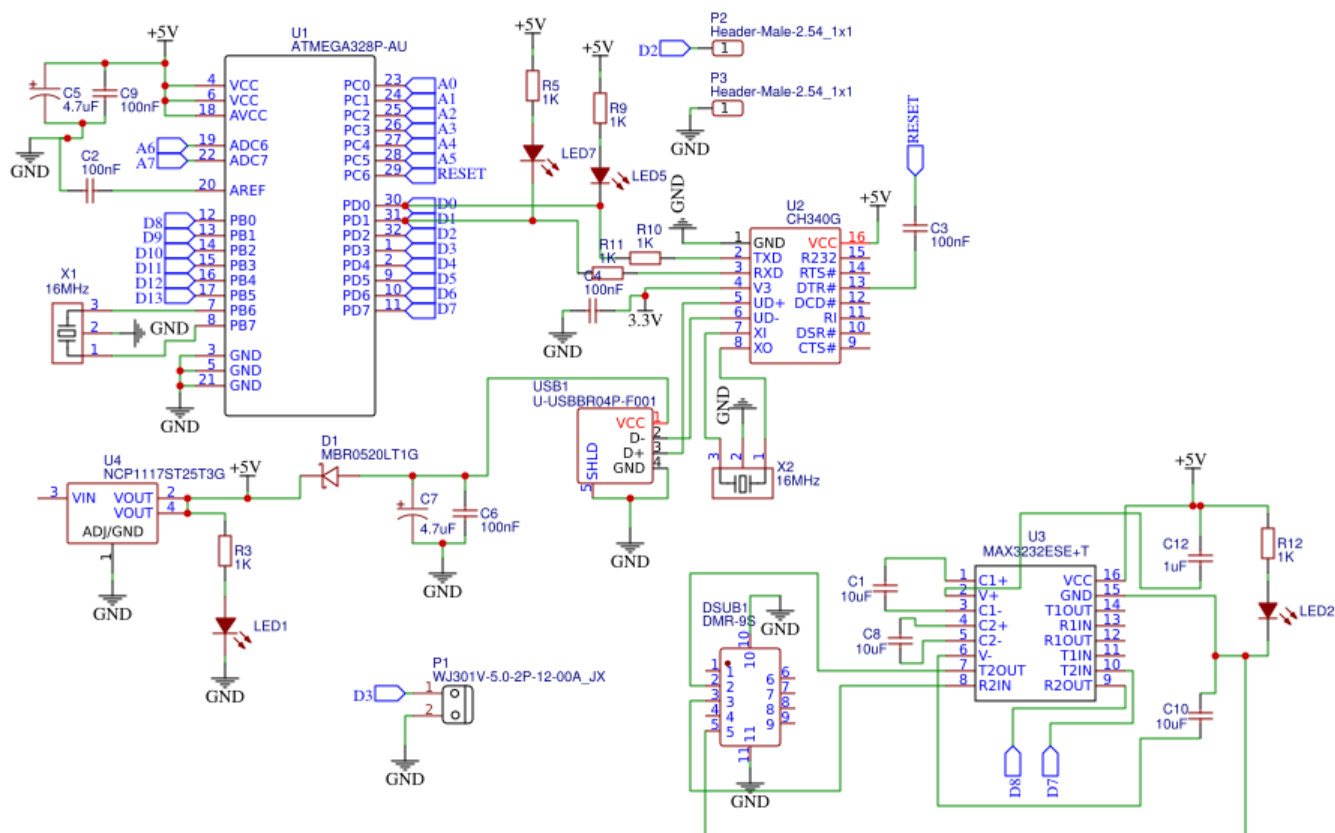


Рисунок 2.6 – Електрична схема платформи Arduino Nano

У верхній частині схеми розташовані виводи живлення, які забезпечують напругу живлення для мікроконтролера та підключених до нього пристроїв. Мікроконтролер, кварцевий резонатор та інші компоненти також зображені на схемі плати Arduino Nano.

2.2.2 WiFi модуль ESP-01S

ESP-01S – це компактний WiFi модуль, який реалізований на мікроконтролері ESP8266 від компанії Espressif Systems [6]. Цей модуль є досить популярним серед розробників електроніки та інтернету речей завдяки своїй низькій вартості та великому функціональному потенціалу (рис. 2.7).

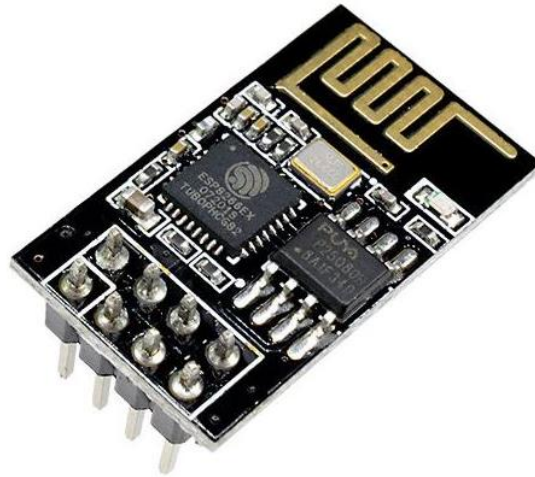


Рисунок 2.7 – WiFi модуль ESP-01S

Модуль ESP-01S є дуже доступним з точки зору ціни, що робить його привабливим для використання в проєктах з обмеженим бюджетом. ESP-01S має вбудований WiFi контролер, що дозволяє легко підключати систему до мережі Інтернет та забезпечує можливість віддаленого керування. В табл. 2.2 приведені характеристики ESP-01S.

Таблиця 2.2 – Характеристики ESP-01S

Характеристика	Значення
Підтримка WiFi протоколів	802.11 b / g / n
Частота WiFi	2.4 GHz
Вихідна потужність	+19.5 дБм у режимі 802.11b
Пам'ять програм	1 МБ (8 Мбіт)
Інтерфейси	UART / HSPI / I ² C / I ² S
Напруга живлення	3,3 В
Сила струму	80 mA
Споживання в режимі Standby	до 1.0 мВт

Компактний розмір ESP-01S робить його ідеальним для використання в проєктах з обмеженим простором. На рис. 2.8 показане призначення виводів модуля ESP-01S.

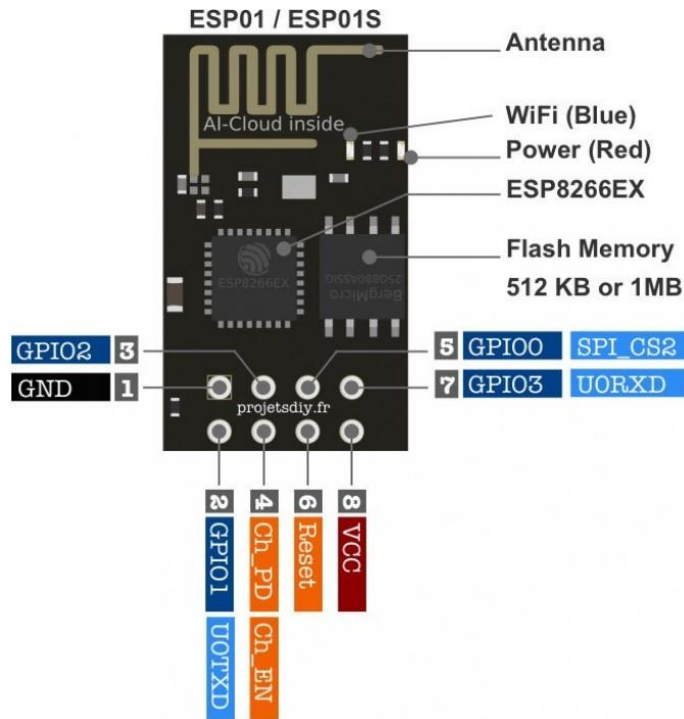


Рисунок 2.8 – Призначення виводів модуля ESP-01S

На рис. 2.9 зображена схема електрична модуля ESP-01S. На ній показано розташування компонентів модуля та їх з'єднання.

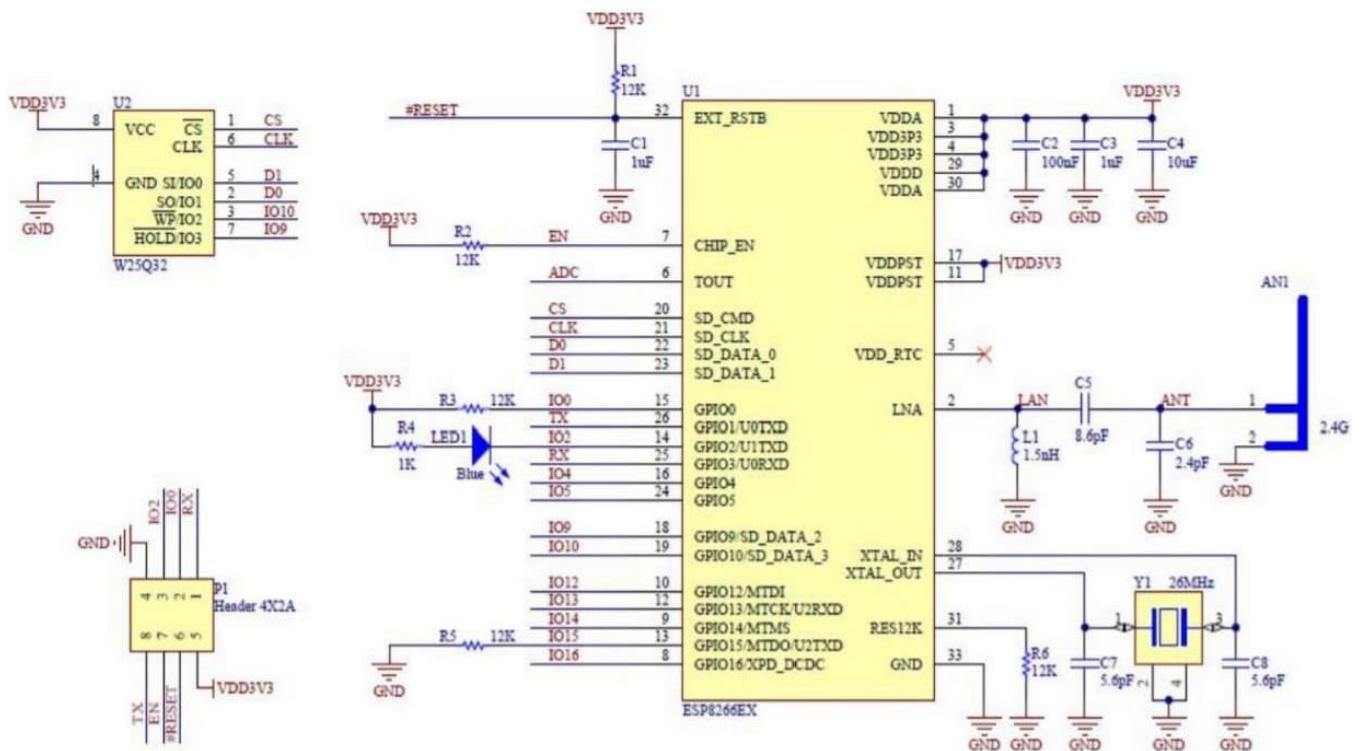


Рисунок 2.9 – Електрична схема ESP-01S

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Отже, завдяки цим характеристикам ESP-01S був вибраний для реалізації проєктованої системи. Він доступний, компактний, простий та має широкий спектр можливостей.

2.2.3 Модуль підключення ESP-01S до Arduino

Модуль підключення ESP-01S до Arduino, який також використовується як адаптер живлення, є компактним пристроєм, який спрощує підключення модуля ESP-01S до плати Arduino та забезпечує стабільне живлення для нього (рис. 2.10).

Адаптер має спеціальні виводи, які дозволяють підключити модуль ESP-01S до відповідних контактів на Arduino без необхідності використання додаткових провідників.

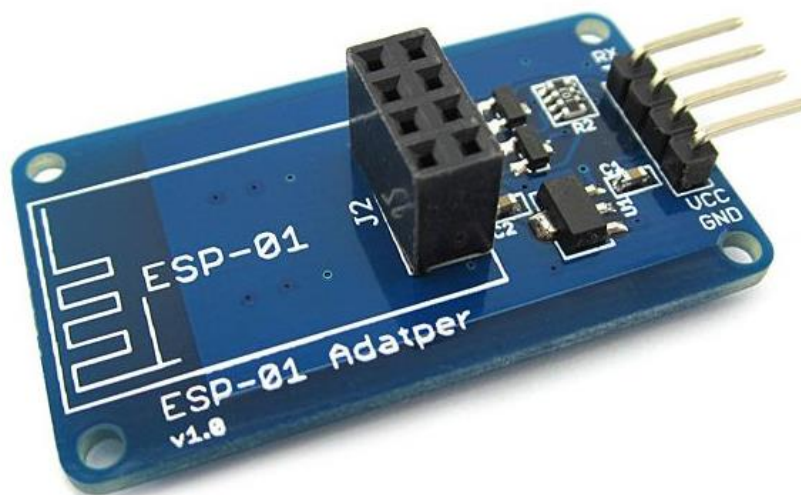


Рисунок 2.10 – Модуль підключення ESP-01S до Arduino

Модуль має вбудований регулятор напруги, який підтримує стабільну напругу 3.3 В для ESP-01S. Це дозволяє уникнути можливих проблем з живленням, що можуть виникнути при підключенні модуля безпосередньо до живлення Arduino. Електрична схема модуля показана на рис. 2.11.

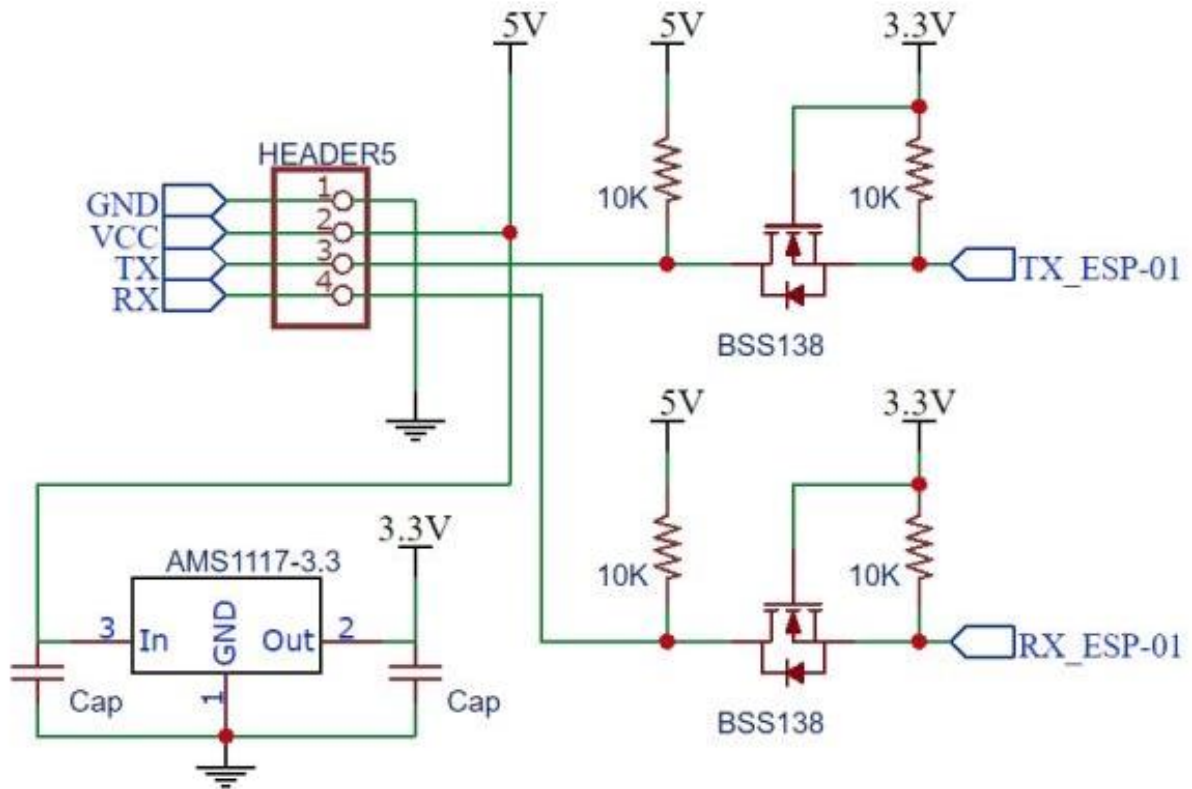


Рисунок 2.11 – Електрична схема модуля підключення ESP-01S до Arduino

Використання модуля підключення ESP-01S до Arduino як адаптера живлення спрощує процес розробки та експлуатації проєктованого пристрою. Він забезпечує надійне живлення для модуля ESP-01S і дозволяє легко і швидко підключити його до плати Arduino без необхідності використання додаткових компонентів.

2.2.4 Давач газу MQ-9

Модуль MQ-9 [6] є чутливим давачем, який спеціалізується на виявленні різних горючих газів (рис. 2.12). Його можна використати для реалізації систем виявлення та запобігання витoku газу в приміщеннях.

Модуль складається з давача, який має чутливий елемент, зазвичай газочутливий елемент, резистор, який використовується для калібрування і схему обробки сигналу.

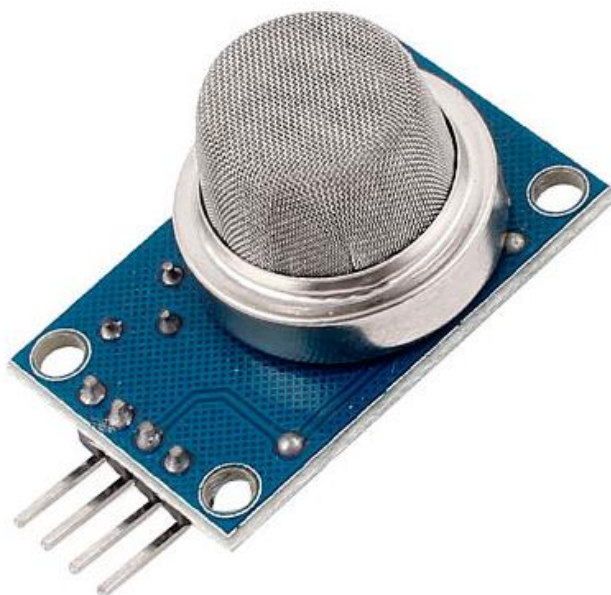


Рисунок 2.12 – Зовнішній вигляд сенсорного модуля давача газу MQ-9

В табл. 2.3 наведені характеристики сенсорного модуля давача газу MQ-9.

Таблиця 2.3 – Характеристики сенсорного модуля давача газу MQ-9

Параметр	Значення
Тип газу, що детектується	метан та пропан-бутан
Діапазон вимірювання	від 500 ppm до 10000 ppm
Напруга живлення	5 В
Напруга нагрівача мінімальна	1,4 В
Напруга нагрівача максимальна	5 В
Опір нагрівача	33 Ом
Потужність нагрівача	340 мВт
Час розігріву	від 60 до 90 сек
Опір давача	від 2 до 20 кОм

Схема електрична сенсорного модуля давача газу MQ-9 представлена на рис. 2.13.

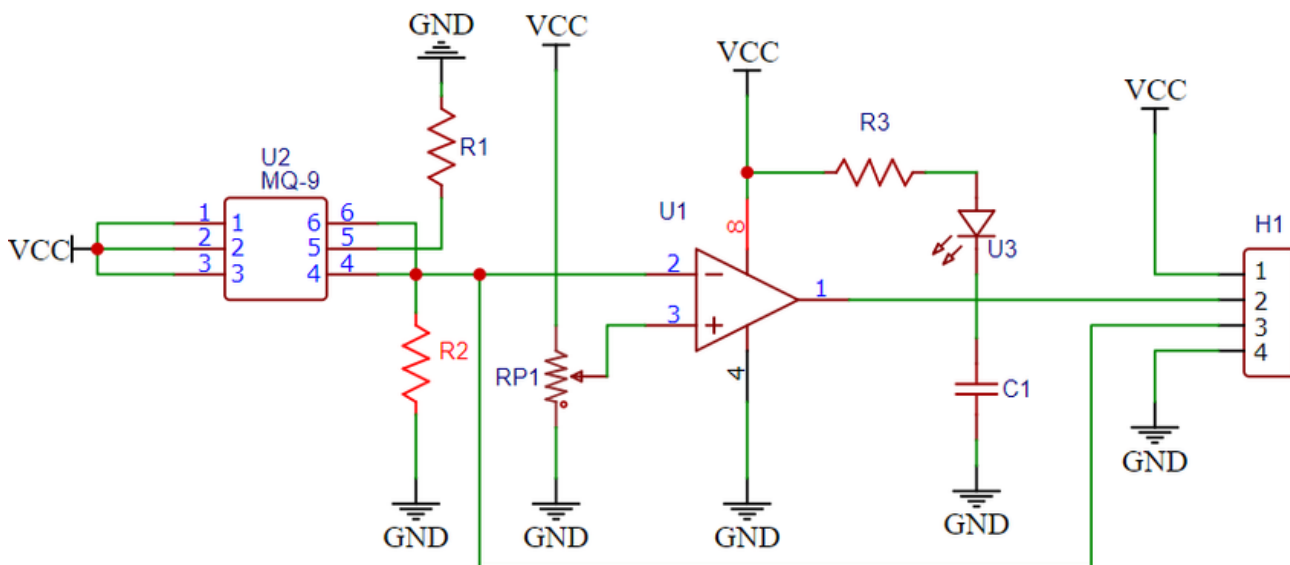


Рисунок 2.13 – Схема електрична сенсорного модуля давача газу MQ-9

Газочутливий елемент реагує на присутність газів у навколишньому середовищі. При контакті з газом електричний опір газочутливого елемента змінюється, що призводить до зміни напруги на виході давача. Ця зміна напруги інтерпретується мікроконтролером або іншим пристроєм як сигнал про наявність газу. LED індикатор світиться, коли давач MQ-9 виявляє газ.

Давач MQ-9 має високу чутливість до різних горючих газів, таких як природний газ, метан, пропан і багато інших. Вихідний сигнал є аналоговим. Вихід дозволяє використовувати давач безпосередньо з мікроконтролерами, такими як Arduino або ESP. Компаратор порівнює сигнал від давача з заданим пороговим значенням і генерує цифровий сигнал.

Модуль забезпечує стабільну та надійну роботу в різних умовах навколишнього середовища. MQ-9 легко підключається до мікроконтролерів за допомогою звичайних аналогових або цифрових входів.

Загалом, модуль давача MQ-9 є ефективним і надійним інструментом для виявлення різних горючих газів у приміщенні, що робить його важливим компонентом у системах безпеки та контролю над газовими установками. Він може бути корисним компонентом для комп'ютеризованої системи виявлення і запобігання витоку газу.

2.2.5 Електропривід керування краном Smart Gas

Електропривід керування краном Smart Gas – це пристрій, який розроблений для забезпечення автоматизації систем запобігання витоку газу в приміщенні (рис. 2.14).



Рисунок 2.14 – Електропривід керування краном Smart Gas

Основною функцією цього пристрою є управління краном, який перекриває подачу газу в разі виявлення потенційно небезпечної ситуації. Просте підключення до екосистеми Smart Gas дозволяє інтегрувати цей пристрій з іншими смарт-девайсами для створення розумної системи безпеки в приміщенні. Простий процес встановлення і конфігурування дозволяє швидко впровадити цей пристрій в систему безпеки будинку.

Загалом, електропривід керування краном Smart Gas є потужним інструментом для забезпечення безпеки і контролю над газопостачанням в будинку, що допомагає уникнути небезпеки витоку газу та його наслідків.

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Розробка електричної схеми пристрою

Електрична схема пристрою для запобігання витoku газу в приміщенні зображена на рис. 2.15. Давач газу MQ-9 (U1), який реагує на наявність певних газів у повітрі, видає аналоговий сигнал, пропорційний концентрації газу. Мікроконтролерна платформа Arduino Nano (U2) відповідає за збір даних від давача газу, їх обробку та подальшу передачу через інтернет.

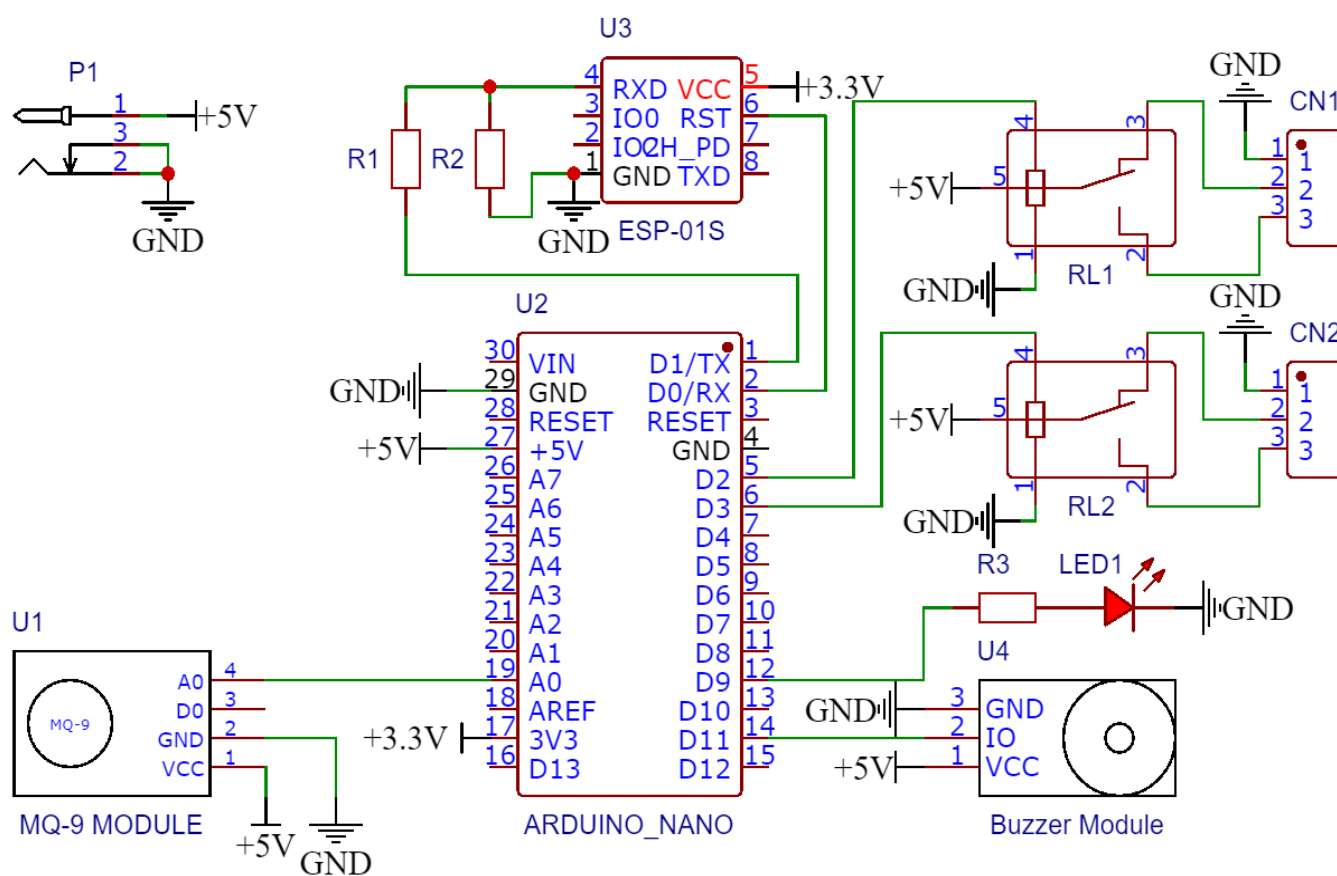


Рисунок 2.15 – Електрична схема пристрою для запобігання витoku газу

WiFi модуль ESP-01S (U3) забезпечує бездротове з'єднання з інтернетом, що дозволяє віддалено керувати та моніторити систему. Резистори R1, R2 використовуються для формування подільника напруги для перетворення сигналу TX від мікроконтролера до відповідного рівня для WiFi модуля.

Світлодіод LED1 та резистор R3 (220 Ом) використовуються як індикатор для візуального сигналу про виявлення витoku газу. Модуль п'єзодинаміка (U4)

призначений для відтворення сигналу тривоги з метою сповіщення користувача. Реле RL1 і RL2 для використовуються для включення/виключення електроклапана для перекривання газу та вентилятора для витягування газу з приміщення.

Наведена схема дозволяє ефективно виявляти наявність витоку газу у приміщенні, при необхідності активувати заходи безпеки, такі як відключення джерела газу та ввімкнення вентилятора, а також надсилати сповіщення про потенційну небезпеку.

					<i>КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						35
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка алгоритму роботи системи запобігання витоку газу

Алгоритм роботи комп'ютеризованої системи виявлення і запобігання витоку газу починається з ініціалізації всіх необхідних компонентів. Після запуску програми на мікроконтролері Arduino Nano, відбувається налаштування режимів роботи для пінів, які відповідають за червоний світлодіод, п'єзодинамік, реле для перекриття подачі газу та реле для увімкнення вентилятора. Також виконується початкова ініціалізація та калібрування давача газу MQ-9, яка передбачає його нагрівання для досягнення робочої температури.

Після завершення етапу ініціалізації, система переходить до основного циклу, який повторюється постійно. У кожному циклі програма оновлює дані з давача газу MQ-9, зчитуючи поточне значення концентрації газу. Це значення порівнюється з встановленим пороговим значенням, яке вказує на безпечний рівень газу. Якщо зчитане значення перевищує цей поріг, система активує тривожний режим, у якому Arduino Nano вмикає червоний світлодіод та п'єзодинамік, щоб сигналізувати про небезпеку. Одночасно з цим, реле 1 спрацьовує для перекриття подачі газу, а реле 2 вмикає вентилятор для вентиляції приміщення. Ці дії допомагають мінімізувати концентрацію газу в повітрі та запобігти можливому вибуху або отруєнню.

Якщо ж концентрація газу не перевищує порогового значення, система переходить у нормальний режим. У цьому режимі червоний світлодіод та п'єзодинамік вимикаються, подача газу відновлюється, а вентилятор вимикається. Це забезпечує повернення системи до нормального стану без сигналу тривоги та продовження моніторингу повітря на наявність газу. Блок-схема алгоритму роботи системи виявлення і запобігання витоку газу в приміщенні зображена на рис. 3.1.

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		Волочий М.М.			Практична частина	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевірів</i>		Паламар А.М.					36	15
<i>Рецензент</i>						ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41		
<i>Н. Контр.</i>		Луцик Н.С.						
<i>Зав. каф.</i>		Осухівська Г.М.						

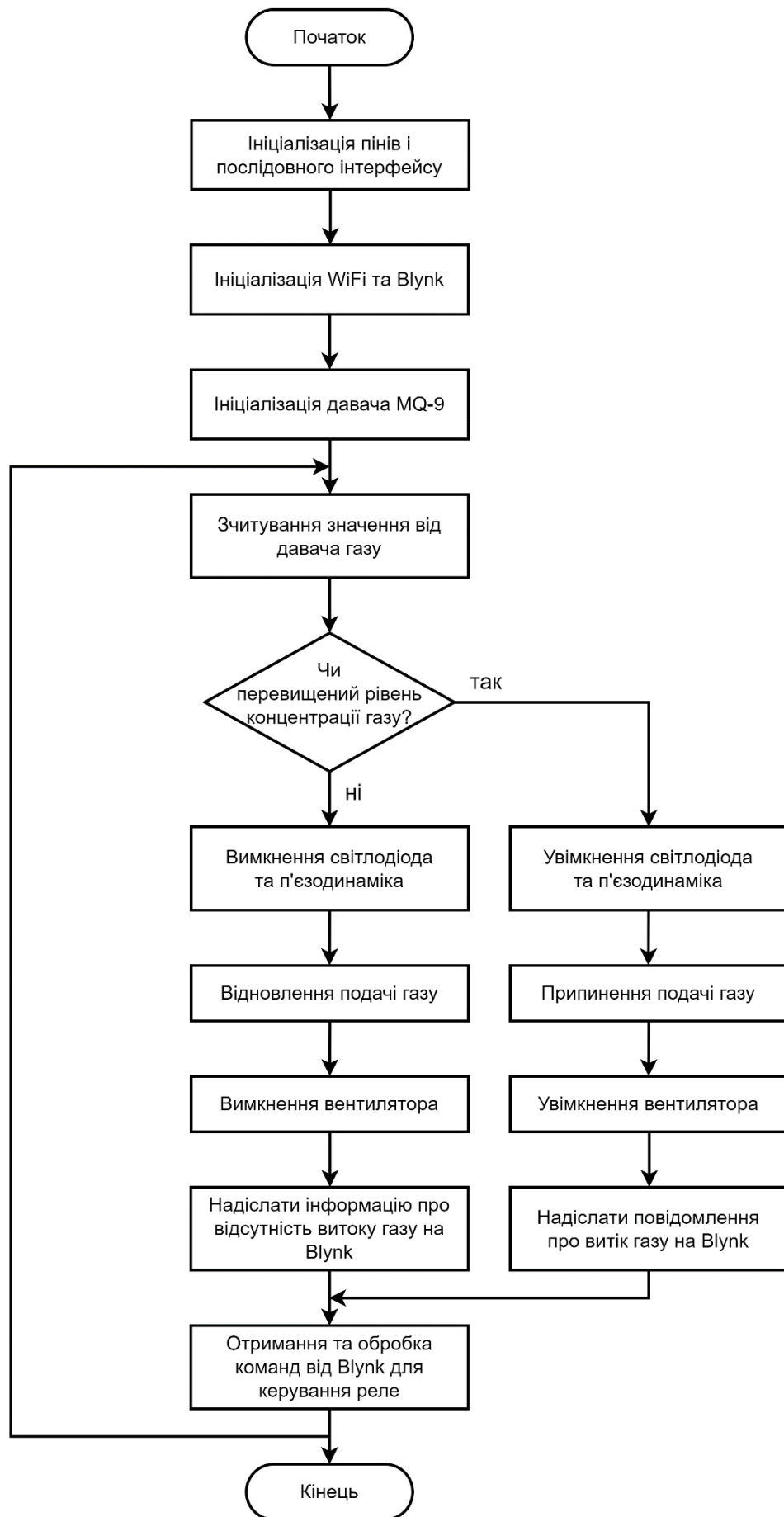


Рисунок 3.1 – Блок-схема алгоритму роботи системи виявлення та запобігання витіку газу в приміщенні

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Крім основних функцій, система також підтримує дистанційний контроль та моніторинг за допомогою WiFi модуля ESP-01S, який підключається до платформи Blynk. Після початкової ініціалізації WiFi з'єднання, ESP-01S підключається до сервера Blynk, де відбувається постійна перевірка з'єднання. Якщо з'єднання з Blynk встановлене, система передає дані про стан давача газу та може приймати команди для керування реле.

У разі виявлення високої концентрації газу, ESP-01S надсилає повідомлення на мобільний додаток Blynk, сигналізуючи користувача про небезпеку. Також у додатку відображається стан червоного світлодіода, що відповідає тривожному режиму. Користувач може дистанційно контролювати роботу реле, що дозволяє вручну перекрити подачу газу або увімкнути вентилятор при необхідності.

Таким чином, алгоритм роботи системи забезпечує постійний моніторинг повітря на наявність газу, автоматичне виявлення небезпечних концентрацій, активацію засобів захисту та дистанційний контроль і сповіщення через платформу Blynk. Це гарантує високий рівень безпеки та зручність для користувача.

3.2 Налаштування середовища розробки

3.2.1 Обґрунтування вибору середовища розробки

Для написання програмного забезпечення для комп'ютеризованої системи виявлення та запобігання витoku газу в приміщенні було обрано програмне середовище Visual Studio Code (VSC) разом з розширенням PlatformIO (рис. 3.2).

Додаток VSC відомий своїм зручним та інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом, який дозволяє ефективно працювати з кодом та проектами будь-якої складності. Він підтримує широкий спектр мов, включаючи C/C++, яка є дуже важливою при розробці ПЗ для мікроконтролерів.

PlatformIO – це розширення для VSC, яке спеціалізується на розробці для мікроконтролерів. Воно забезпечує широкі можливості для роботи з різними мікроконтролерами, включаючи підтримку бібліотек, автоматичне завантаження

					<i>КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

коду та інше. VSC має вбудовану підтримку систем керування версіями, таких як Git, що дозволяє ефективно керувати розробкою та відстежувати зміни.

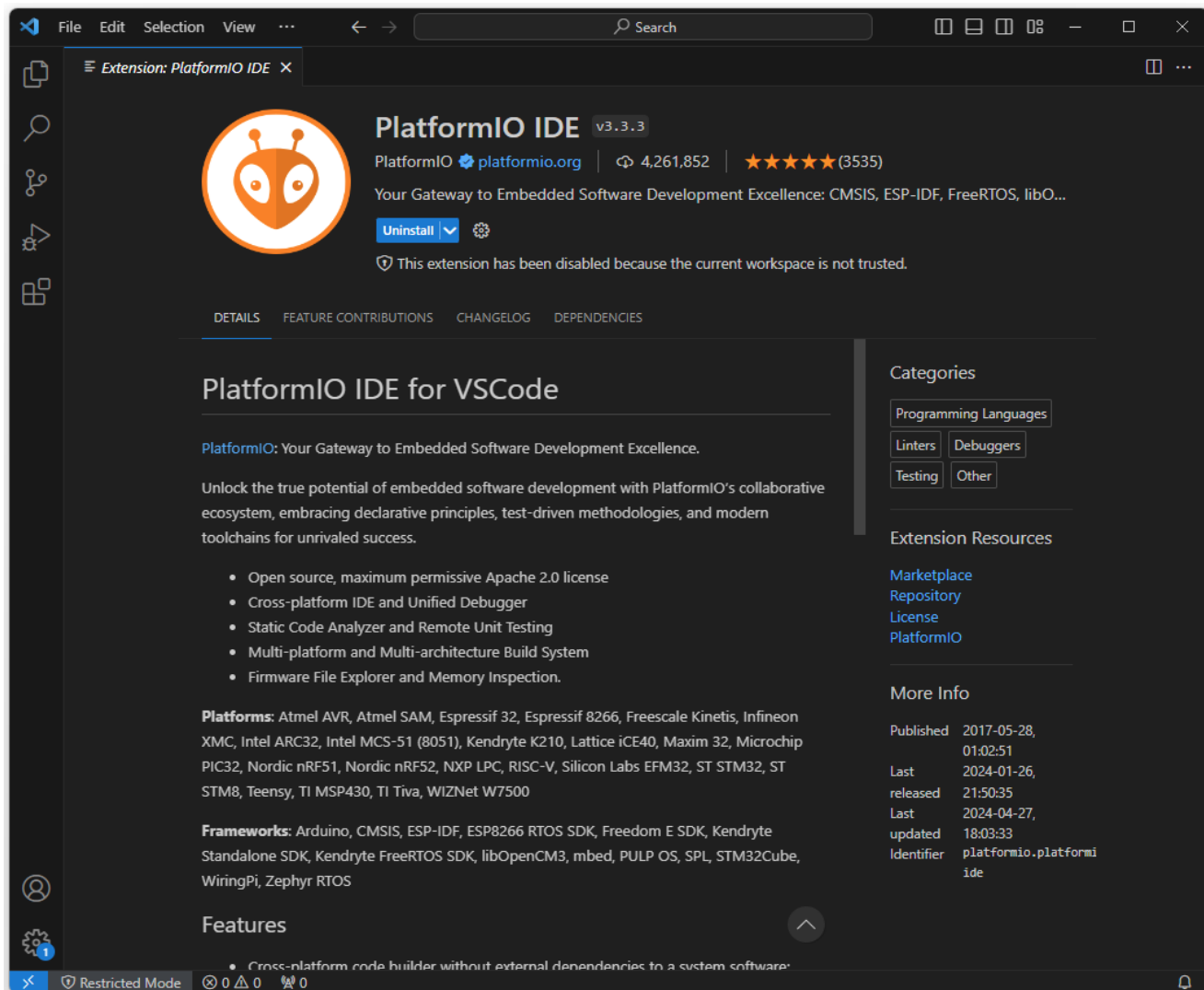


Рисунок 3.2 – Середовище VSC з розширенням PlatformIO IDE

VSC та PlatformIO мають велику та активну спільноту користувачів та розробників, що забезпечує швидке вирішення проблем, оновлення та підтримку. Об'єднуючи зручний інтерфейс VSC з потужними можливостями розширення PlatformIO, отримано ідеальне середовище для розробки програмного забезпечення для мікроконтролерів, яке відповідає вимогам та потребам проєкту з створення комп'ютеризованої системи виявлення та запобігання витoku газу в приміщенні.

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

3.2.2 Налаштування PlatformIO

Для створення нового проєкту в PlatformIO у вікні "Project Wizard" була задана його назва, обрано "Arduino" як платформу для розробки і вибрана плата "Arduino Nano" з випадаючого списку в полі "Board" (рис. 3.3).

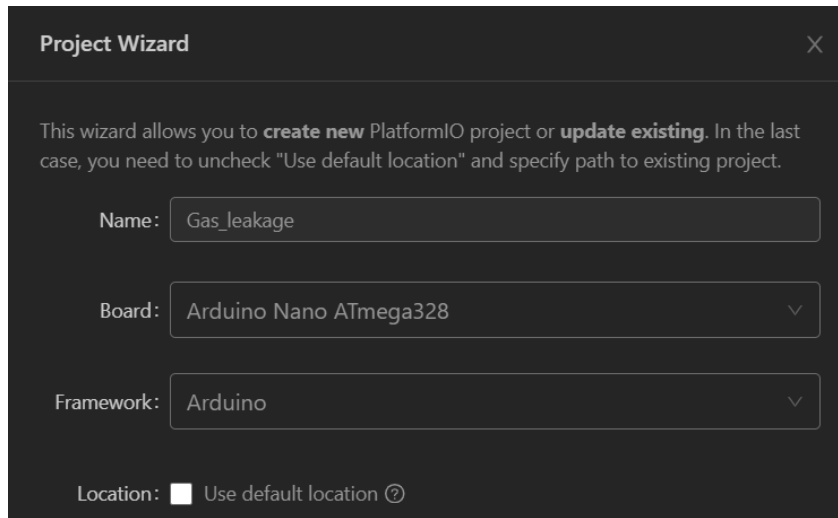


Рисунок 3.3 – Створення проєкту в середовищі PlatformIO

Після створення проєкту, PlatformIO автоматично створить структуру директорій та файл platformio.ini. Для роботи з модулем ESP-01S в цей файл було додано ще один профіль (рис. 3.4).

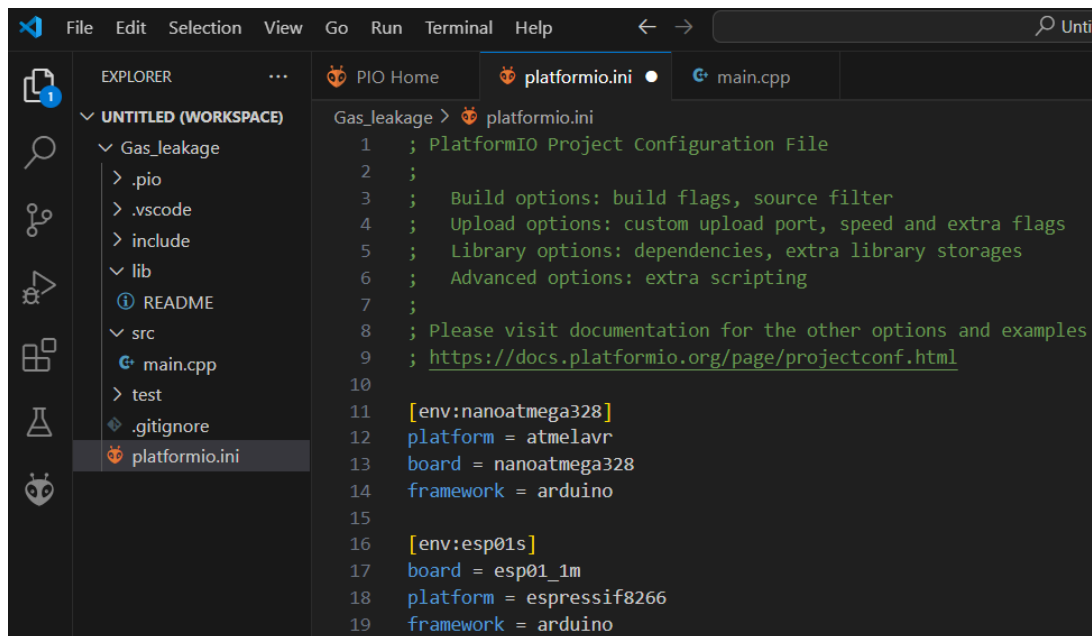


Рисунок 3.4 – Структура директорій та файл platformio.ini

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2.3 Встановлення бібліотек

Для роботи з датчиком газу MQ-9 необхідно встановити відповідну бібліотеку в середовищі розробки PlatformIO. Однією з популярних бібліотек, яку можна використати для цих цілей, є "MQUnifiedsensor". Вона забезпечує підтримку різних датчиків газу з серії MQ і надає зручний інтерфейс для зчитування та обробки даних. Встановлення та використання цієї бібліотеки у середовищі PlatformIO дозволяє швидко інтегрувати датчик у проєкт і почати зчитувати та обробляти дані. Це можна зробити у вкладці "Libraries", у полі пошуку якої потрібно ввести відповідний запит. Після чого з'явиться список доступних бібліотек (рис. 3.5).

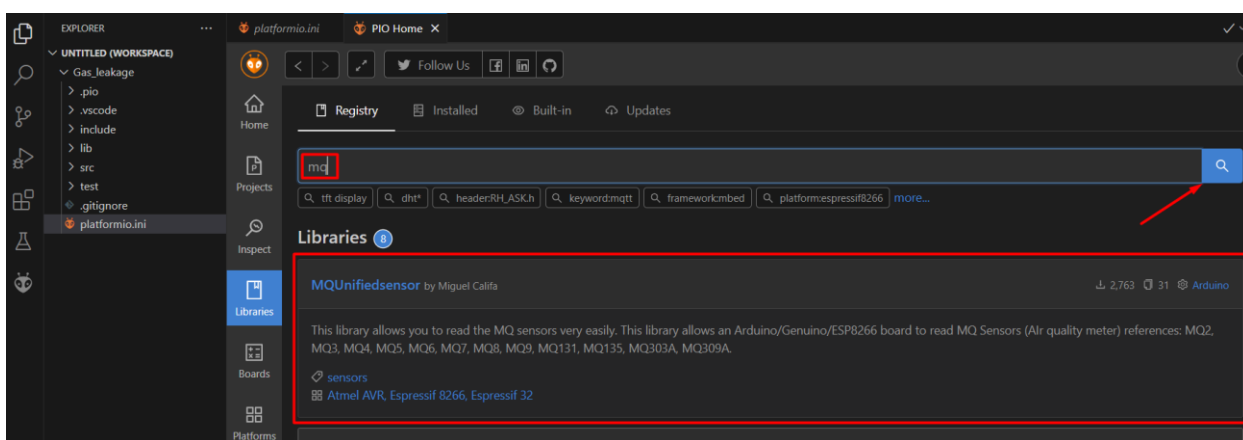


Рисунок 3.5 – Пошук бібліотеки для роботи з датчиком газу

В результаті встановлення цієї бібліотеки (рис. 3.6), вона автоматично додається до проєкту.

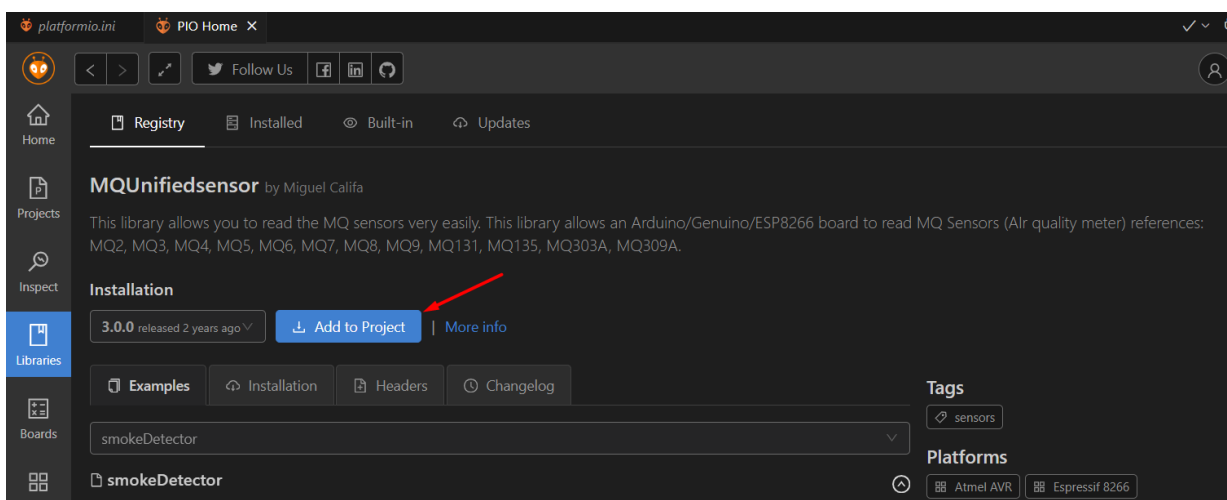


Рисунок 3.6 – Встановлення бібліотеки "MQUnifiedsensor"

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після цього в файлі platformio.ini з'являється відповідний запис. Аналогічним чином були встановлені і інші бібліотеки, які необхідні для програмної реалізації проєктованої системи виявлення та запобігання витoku газу в приміщенні.

3.3 Розробка програмного забезпечення

Спочатку імпортуються бібліотеки Arduino та MQUnifiedsensor для роботи з платформою Arduino Nano та давачем газу MQ-9 відповідно. Далі визначаються піни для підключення червоного світлодіода (RED_LED_PIN), п'єзодинаміка (BUZZER_PIN), двох реле (RELAY_1_PIN і RELAY_2_PIN), а також пін для давача газу (GAS_SENSOR_PIN). Крім того, задаються параметри для давача MQ-9: плата (Board), тип давача (Type), роздільна здатність напруги (Voltage_Resolution), роздільна здатність АЦП (ADC_Bit_Resolution) та коефіцієнт співвідношення для чистого повітря (RatioMQ9CleanAir) (рис. 3.7).

```
1  #include <Arduino.h>
2  #include <MQUnifiedsensor.h>
3
4  // Піни підключення
5  #define RED_LED_PIN 9
6  #define BUZZER_PIN 11
7  #define RELAY_1_PIN 2
8  #define RELAY_2_PIN 3
9  #define GAS_SENSOR_PIN A0
10 // Параметри MQ-9
11 #define Board "Arduino"
12 #define Type "MQ-9"
13 #define Voltage_Resolution 5
14 #define ADC_Bit_Resolution 10
15 #define RatioMQ9CleanAir 9.8
16
17 MQUnifiedsensor MQ9(Board, Voltage_Resolution,
18 | | | | | | | | | | ADC_Bit_Resolution, GAS_SENSOR_PIN, Type);
```

Рисунок 3.7 – Лістинг коду з визначенням констант

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

На основі цих параметрів створюється об'єкт MQ9 для давача газу, який дозволяє легко взаємодіяти з ним та отримувати дані про концентрацію газу в повітрі.

Код у функції `setup()` виконує початкове налаштування виводів платформи Arduino: встановлює піни для червоного світлодіода, п'єзодинаміка, двох реле у режим виходу, і встановлює їх початкові значення (світлодіод і п'єзодинамік вимкнені, реле 1 увімкнене для нормально замкненого стану, реле 2 вимкнене). Також ініціалізується послідовний інтерфейс зі швидкістю 9600 бод, виконується ініціалізація давача MQ-9 та надається час для його прогрівання (20 секунд) (рис. 3.8).

```
23 void setup() {
24     pinMode(RED_LED_PIN, OUTPUT);
25     pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
26     pinMode(RELAY_1_PIN, OUTPUT);
27     pinMode(RELAY_2_PIN, OUTPUT);
28
29     digitalWrite(RED_LED_PIN, LOW);
30     digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
31     digitalWrite(RELAY_1_PIN, HIGH); // Реле нормально замкнене
32     digitalWrite(RELAY_2_PIN, LOW); // Вентилятор вимкнено
33
34     Serial.begin(9600);
35     MQ9.init();
36     Serial.println("MQ-9 warming up!");
37     delay(20000); // Час для нагрівання датчика
38 }
```

Рисунок 3.8 – Лістинг коду функції `setup()` для Arduino

Функція `loop()` у даному коді реалізує основний цикл роботи системи виявлення та запобігання витoku газу. Спершу викликається метод `MQ9.update()`, який оновлює дані давача газу MQ-9, а потім метод `MQ9.readSensor()` зчитує поточне значення концентрації газу. Отримане значення зберігається у змінній `sensorValue` і виводиться у монітор послідовного порту для моніторингу (рис. 3.9).

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

40 void loop() {
41   MQ9.update(); // Оновлення даних датчика
42   float sensorValue = MQ9.readSensor();
43   Serial.print("MQ-9 Reading: ");
44   Serial.println(sensorValue);
45
46   if (sensorValue > GAS_THRESHOLD) {
47     // Увімкнення тривоги
48     digitalWrite(RED_LED_PIN, HIGH);
49     digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
50     digitalWrite(RELAY_1_PIN, LOW); // Вимкнення подачі газу
51     digitalWrite(RELAY_2_PIN, HIGH); // Увімкнення вентилятора
52   } else {
53     // Вимкнення тривоги
54     digitalWrite(RED_LED_PIN, LOW);
55     digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
56     digitalWrite(RELAY_1_PIN, HIGH); // Відновлення подачі газу
57     digitalWrite(RELAY_2_PIN, LOW); // Вимкнення вентилятора
58   }
59   delay(1000);
60 }

```

Рисунок 3.9 – Лістинг коду функції loop() для Arduino

Якщо значення sensorValue перевищує заданий поріг GAS_THRESHOLD, система переходить у режим тривоги. У цьому режимі вмикається червоний світлодіод, п'єзодинамік, реле для перекриття подачі газу та реле для увімкнення вентилятора.

Якщо значення sensorValue менше або дорівнює пороговому значенню, система повертається у нормальний режим. У цьому режимі вимикається червоний світлодіод, п'єзодинамік, реле для відновлення подачі газу та вимикається вентилятор.

Наприкінці циклу виконується затримка в 1 секунду, щоб зменшити частоту оновлення і зчитування даних, запобігаючи надмірному навантаженню на систему. Цей цикл повторюється безперервно, забезпечуючи постійний моніторинг концентрації газу і відповідне керування системою.

Для перевірки підключення до сервера Blynk використовується функція checkBlynk() (рис. 3.10). Якщо з'єднання встановлено метод Blynk.connected()

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повертає значення true і у послідовний порт виводиться відповідне повідомлення. Якщо з'єднання відсутнє, виводиться повідомлення про те що пристрій відключений від сервера Blynk.

```
38 void checkBlynk() {
39     if (Blynk.connected()) {
40         Serial.println("Connected to Blynk server");
41     } else {
42         Serial.println("Disconnected from Blynk server");
43     }
44 }
```

Рисунок 3.10 – Лістинг коду функції checkBlynk()

Функція-обробник BLYNK_WRITE() зчитує значення рівня газу (gasLevel) з параметра param, перетворюючи його на ціле число (рис. 3.11).

```
55 // Віртуальні піни для отримання даних з Arduino Nano
56 BLYNK_WRITE(V5) {
57     int gasLevel = param.asInt();
58     if (gasLevel > GAS_THRESHOLD) {
59         Blynk.notify("Gas leakage detected!");
60         Blynk.virtualWrite(V3, 1); // Червоний світлодіод у додатку
61     } else {
62         Blynk.virtualWrite(V3, 0);
63     }
64 }
```

Рисунок 3.11 – Лістинг коду функції BLYNK_WRITE()

Якщо рівень газу перевищує заданий поріг, система відправляє сповіщення через Blynk про виявлення витoku газу та вмикає червоний світлодіод у додатку Blynk, записуючи значення 1 до віртуального піну V3. Якщо рівень газу нижче порогового значення, світлодіод у додатку вимикається, записуючи значення 0 до V3.

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Реалізація взаємодії з платформою Blynk

3.4.1 Особливості платформи Blynk

Для віддаленого керування системою виявлення та запобігання витoku газу в приміщенні була обрана платформа Blynk. Це рішення обґрунтоване кількома вагомими перевагами, які забезпечують ефективно та зручне управління системою.

Blynk пропонує зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для створення мобільних додатків. Користувачі можуть легко налаштовувати та використовувати додаток без необхідності глибоких технічних знань. Це дозволяє швидко інтегрувати систему виявлення витoku газу в повсякденне життя, забезпечуючи зручне управління та моніторинг. Blynk підтримує багато апаратних платформ, включаючи Arduino, ESP8266, ESP32 та інші. Це забезпечує гнучкість у виборі апаратних компонентів для проекту. У нашому випадку використання мікроконтролера Arduino Nano та WiFi модуля ESP-01S добре підтримується Blynk, що спрощує інтеграцію та налаштування системи.

Платформа Blynk дозволяє здійснювати дистанційний моніторинг стану давача та керування виконавчими пристроями через інтернет. Це дозволяє отримувати сповіщення про витік газу, перевіряти стан системи та вживати заходів, таких як відключення газопостачання або включення вентиляції, дистанційно через мобільний додаток.

Blynk надає можливість легко інтегрувати різноманітні давачі та виконавчі пристрої, що використовуються в системі виявлення та запобігання витoku газу. Це включає підтримку аналогових та цифрових давачів, а також можливість керування реле для автоматичного відключення газопостачання та ввімкнення вентиляції.

Платформа дозволяє створювати автоматизовані сценарії для управління системою. Наприклад, при виявленні витoku газу система може автоматично надіслати сповіщення користувачу, відключити газопостачання та ввімкнути вентилятор. Це забезпечує додатковий рівень безпеки та автоматизації процесів.

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Платформа Vlynk є дуже гнучкою та масштабованою. Користувачі можуть налаштувати інтерфейс відповідно до своїх потреб, додавати нові віджети для моніторингу додаткових параметрів або керування новими пристроями. Це робить систему адаптивною та готовою до майбутніх оновлень та розширень.

Vlynk забезпечує обробку даних у реальному часі, що є критично важливим для системи виявлення та запобігання витоку газу. Швидке отримання інформації про аварійні ситуації та можливість оперативного реагування допомагають запобігти нещасним випадкам та мінімізувати можливі збитки.

Використання Vlynk значно спрощує процес розробки ПЗ для системи виявлення витоку газу. Наявність готових бібліотек та прикладів коду дозволяє швидко реалізувати необхідні функції, зменшуючи витрати часу та ресурсів на розробку.

Обрання платформи Vlynk для реалізації дистанційного керування системою виявлення та запобігання витоку газу в приміщенні є обґрунтованим рішенням завдяки її інтуїтивно зрозумілому інтерфейсу, широкій підтримці апаратного забезпечення, можливостям для дистанційного моніторингу та управління, легкій інтеграції з давачами та виконавчими пристроями, реалізації автоматизованих сценаріїв, гнучкості та масштабованості, підтримці роботи в реальному часі та спрощенню процесу розробки. Це робить Vlynk ідеальним вибором для створення надійної та ефективної системи безпеки.

3.4.2 Налаштування платформи Vlynk

Процес налаштування платформи Vlynk для реалізації системи виявлення та запобігання витоку газу розпочинався зі створення облікового запису. Наступним кроком було створення нового проєкту в Vlynk. Для цього введена назва проєкту та обрана апаратна платформа ("ESP8266"). Після цього платформа надіслала токен автентифікації на електронну пошту, який потрібен для подальшого підключення мікроконтролера до Vlynk-сервера.

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Далі був доданий до проєкту віджет "Gauge" для відображення рівня газу. Він був налаштований на віртуальний пін V5. Потім доданий віджет "LED" для індикації тривоги, який налаштований на віртуальний пін V3, і віджет "Notification" для відправлення сповіщень про витік газу (рис. 3.12).

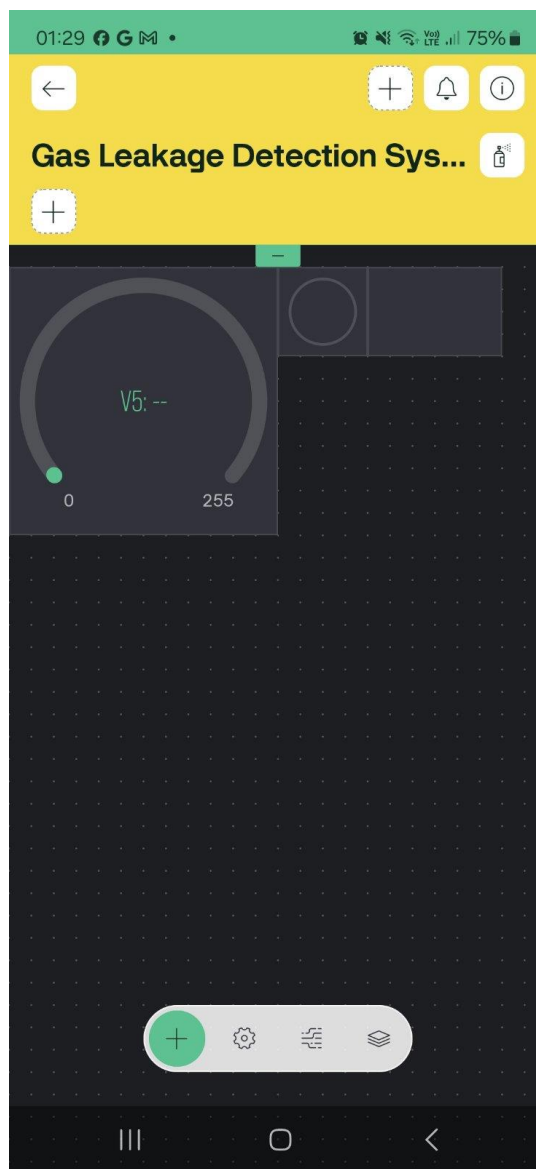


Рисунок 3.12 – Налаштування проєкту у Blynk

Таким чином, процес налаштування платформи Blynk забезпечував зручне дистанційне керування та моніторинг системи виявлення та запобігання витіку газу, надаючи користувачам можливість швидкого реагування на небезпечні ситуації.

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

3.5 Результати тестування системи

Заключним етапом було тестування системи. В мобільному додатку Vlynk виконувалась перевірка чи підключений мікроконтролер. Перевірялася правильність зчитування рівня газу та функціонування тривожних сигналів. Крім того, виконувалась перевірка процесу надходження сповіщення про витік газу на мобільний пристрій через Vlynk-додаток.

Тестування комп'ютеризованої системи виявлення та запобігання витоку газу в приміщенні було проведено з метою перевірки її функціональності, надійності та відповідності технічним вимогам. Основна увага була зосереджена на перевірці коректності роботи давача газу, ефективності активації захисних механізмів при виявленні небезпеки, а також надійності дистанційного керування і сповіщення через платформу Vlynk.

На початку тестування система була встановлена у тестовому приміщенні, де було забезпечено наявність різних рівнів концентрації газу. Давач газу MQ-9 був налаштований на виявлення критичного рівня, який перевищує встановлений пороговий рівень безпеки. Протягом тестування було кількаразово перевірено реакцію системи на зміну концентрації газу.

Перший етап тестування полягав у перевірці реакції системи на відсутність газу в приміщенні. У цьому випадку давач MQ-9 не виявив перевищення порогового рівня, червоний світлодіод і п'єзодинамік залишалися вимкненими, реле для перекриття подачі газу було у стані "включено", а вентилятор залишався вимкненим. Це підтвердило правильну роботу системи у нормальному режимі.

Другий етап включав поступове підвищення концентрації газу до рівня, що перевищує пороговий. Система спрацювала відповідно до очікувань: миттєво активувався червоний світлодіод, п'єзодинамік почав видавати тривожний сигнал, реле перекрило подачу газу, а вентилятор увімкнувся для забезпечення вентиляції приміщення. Це засвідчило ефективність та швидкість реакції системи на потенційну небезпеку.

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатково було перевірено дистанційне сповіщення та керування через платформу Blynk. При активації тривоги система успішно надіслала сповіщення на мобільний додаток, інформуючи користувача про виявлення витоку газу. У додатку також відображався стан червоного світлодіода, що відповідало активному тривожному режиму. Користувач міг дистанційно керувати реле через додаток, що дозволяло вручну перекрити подачу газу або увімкнути вентилятор. Всі ці функції працювали без збоїв, підтверджуючи надійність зв'язку та можливості дистанційного контролю.

Окрім того, були проведені тестування на стабільність системи за різних умов роботи, включаючи перепади напруги та відновлення після тимчасової втрати з'єднання з WiFi мережею. Система показала здатність швидко відновлювати роботу після непередбачених збоїв та продовжувати моніторинг без втрати даних або функціональності.

На підставі проведених тестів можна зробити висновок, що комп'ютеризована система виявлення та запобігання витоку газу в приміщенні відповідає поставленим технічним вимогам і завданням. Система демонструє високу ефективність виявлення небезпечних концентрацій газу, надійну активацію захисних механізмів та забезпечує зручність і надійність дистанційного керування та сповіщення користувача.

					<i>КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						50
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Долікарська допомога при опіках

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

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

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

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

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

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

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Волочій М.М.			Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Лім.	Арк.	Акрушіє
Перевірів		Паламар А.М.					51	7
Консульт.						ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41		
Н. Контр.		Луцик Н.С.						
Зав. каф.		Осухівська Г.М.						

При хімічних опіках 10-20 хвилин виконують промивання обпеченого місця струменем проточної води. У випадку отримання опіку лугом накладають марлеву пов'язку, яка змочена розчином борної кислоти (1 грам на склянку води) [27].

Заборонено відривати пухирі, а також відривати від них одяг, каніфоль, сургуч, бо це може спричинити інфекцію та затягнути тривалість загоєння ран. Заборонено засипати рани порошками, змащувати мазями та маслом. При обширних і важких опіках (більше 15-30% всієї поверхні тіла) виникає загальне ураження організму, яке супроводжується важким шоком (опікова хвороба), викликає інтоксикацію організму, зміни складу крові, зміни в роботі центральної нервової системи (біль). Чим більша опікова поверхня, тим більше нервових закінчень уражено і тим сильніше проявляються явища травматичного шоку [27].

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

Для пов'язок застосовують індивідуальний пакет, стерильний бинт. Обпечену поверхню можна накрити чистою тканиною з бавовни, пропрасованою гарячою праскою чи змоченою перманганатом калію, горілкою або етиловим спиртом, які зменшують біль. Постраждалого тепло вкривають, для зменшення шоку вводять наркотичні речовини (морфій, промедол), дають пити гарячий чай з вином, каву, трохи горілки [28].

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

При ураженні хімічною зброєю отруйні речовини всмоктуються в кров зі значно більшою швидкістю, ніж при їх потраплянні на неушкоджену ділянку шкіри: ними можуть бути органи дихання і травлення, очі, заражені шкірні

					<i>КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

ділянки. Отруйні речовини можуть потрапляти на поверхню опіків і ран у вигляді газоподібних речовин, аерозолів і крапель.

Невідкладні заходи першої долікарської допомоги включають: інгаляцію кисню, дегазацію отруйних речовин, введення антидоту, введення протисудомних і серцево-судинних засобів, нейтралізація отруйних речовин на шкірі [27].

Працівники, які будуть експлуатувати комп'ютеризовану систему виявлення та запобігання витоку газу в приміщенні повинні знати і виконувати правила надання долікарської допомоги при опіках.

4.2 Аналіз умов праці за показниками шкідливості та небезпечності чинників виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу

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

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

Для об'єктивної оцінки умов праці на виробництві проводиться атестація робочих місць. Згідно Постанови Кабінету Міністрів України № 442 від 1.09.1992 р. атестація робочих місць за умовами праці проводиться на підприємствах і організаціях незалежно від форм власності й господарювання, де технологічний процес, використовуване обладнання, сировина та матеріали є

					<i>КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

потенційними джерелами шкідливих і небезпечних виробничих факторів, що можуть несприятливо впливати на стан здоров'я працюючих, а також на їхніх нащадків як тепер, так і в майбутньому. Основна мета атестації полягає у врегулюванні відносин між роботодавцем і працівниками у галузі реалізації прав на здорові й безпечні умови праці. Результати атестації використовуються для цілеспрямованої і планомірної роботи, спрямованої на покращення умов праці, а також для надання пільг і компенсацій, передбачених чинним законодавством, таких, як скорочена тривалість робочого часу, додаткова оплачувана відпустка, пільгова пенсія, оплата праці у підвищеному розмірі [28].

Для проведення атестації робочих місць та встановлення пріоритету в проведенні оздоровчих заходів використовується ДСанПіН "Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу", затверджена наказом Міністерства охорони здоров'я України від 06.05.2014 р. № 472-25249. Виходячи з принципів Гігієнічної класифікації, умови праці діляться на 4 класи: оптимальні; допустимі; шкідливі; небезпечні (екстремальні).

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

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

					<i>КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						54
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

Шкідливі умови праці за ступенем перевищення гігієнічних нормативів та вираженості можливих змін в організмі працюючих поділяються на 4 ступені [28]:

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

– 2 ступінь – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні викликати стійкі функціональні порушення, призводять у більшості випадків до зростання виробничо-обумовленої захворюваності, появи окремих ознак або легких форм професійної патології (як правило, без втрати професійної працездатності), що виникають після тривалої експозиції (10 років та більше);

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

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

4 клас небезпечні (екстремальні) умови праці – характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, вплив

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

яких протягом робочої зміни (або ж її частини) створює загрозу для життя, високий ризик виникнення важких форм гострих професійних уражень.

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

Оцінка важкості трудового процесу здійснюється на підставі обліку фізичного динамічного навантаження, маси вантажу, що піднімається і переміщується, загальної кількості стереотипних робочих рухів, величини статичного навантаження, робочої пози, ступеню нахилу корпусу, переміщень в просторі.

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

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

					<i>КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

виконуватись у відповідних засобах індивідуального захисту та регламентованих режимах виконання робіт [29].

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

					<i>КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						57
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи було проведено розробку комп'ютеризованої системи виявлення та запобігання витоку газу в приміщенні.

Основні результати цієї роботи:

– проведено детальний аналіз проблеми витоку газу в приміщеннях та обґрунтовано необхідність розробки автоматизованої системи для його виявлення та запобігання;

– синтезовано функціональну, структурну та електричну схему і обґрунтовано вибір технологій і компонентів для реалізації системи, зокрема використання платформи Arduino Nano, WiFi модуля ESP-01S та датчиків газу;

– розроблений алгоритм роботи системи та написано програмне забезпечення для мікроконтролера, яке забезпечує виявлення витоку газу та прийняття відповідних заходів щодо його усунення;

– проведено тестування розробленої системи, в ході якого вона продемонструвала свою ефективність.

Розроблена система є ефективним засобом виявлення та запобігання витоку газу. Для подальшого вдосконалення можливе впровадження додаткових функцій, таких як інтеграція з системами безпеки будівель та розширення механізмів сповіщення користувачів.

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інформаційно-аналітична довідка про надзвичайні ситуації в Україні у2023 році. URL: <https://dsns.gov.ua/upload/2/0/2/2/3/1/4/2023-rik.pdf> (дата звернення: 08.03.2024).
2. Датчик витoku газу Trinix TRX-100GD. URL: <https://bezpeka.club/product/trinix-trx-100gd/> (дата звернення: 10.03.2024).
3. Сигналізатор газу Страж S51A3K. URL: <https://tech.gas.ua/products/35527> (дата звернення: 11.03.2024).
4. Детектор горючих газів Wintact WT8823. URL: <https://storgom.ua/ua/product/detektor-goryuchih-gazov-wintact-wt8823.html> (дата звернення: 12.03.2024).
5. Arduino Nano V3.0 AVR ATmega328P з розпаяними роз'ємами. URL: <https://arduino.ua/prod166-arduino-nano-v3-0-avr-atmega328p-s-raspayannimi-razemami> (дата звернення: 25.03.2024).
6. Ai-Thinker Wi-Fi модуль ESP8266 ESP-01S. URL: <https://arduino.ua/prod4216-wi-fi-modyl-esp8266-esp-01s> (дата звернення: 26.03.2024).
7. Осухівська Г. М., Тиш Є. В., Луцик Н. С., Паламар А. М. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційних робіт здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» усіх форм навчання. Тернопіль, ТНТУ. 2022. 28 с.
8. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп'ютерні мережі. Книга 1 [навчальний посібник]. Львів : «Магнолія 2006», 2013. 256 с.
9. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп'ютерні мережі. Книга 2. [навчальний посібник]. Львів : "Магнолія 2006", 2014. 312 с.
10. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д. Телекомунікаційні системи та мережі. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017. 384 с.
11. Yatsyshyn V., Pastukh O., Palamar A., Zharovsky R. Technology of relational database management systems performance evaluation during computer systems design. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2023. Vol. 109, No 1. P. 54–65.

					КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Palamar A. Intelligent control and monitoring module for uninterruptible power supply system. II International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» (MC&FPGA-2020), Kharkiv, Ukraine. 2020. P. 12-13.

13. Palamar A. Control system simulation by modular uninterruptible power supply unit with adaptive regulation function. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2020. Vol. 98, No 2. P. 129–136.

14. Palamar A., Karpinskyy M. Control of an Uninterruptible Power Supply in a DC Microgrid System. 10th International Symposium Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" and "Doctoral School of Energy and Geotechnology II" (January 10-15, 2011), Pärnu, Estonia, 2011. P. 80-84.

15. Palamar M., Pasternak Y., Palamar A., Poikhalo A. Precision tracking of the trajectory LEO satellite by antenna with induction motors in the control system. Proceedings of the 2017 IEEE 9th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS 2017), Bucharest, Romania, September 21–23, 2017. Vol. 2. P. 1051–1055.

16. Паламар М., Пастернак Ю., Паламар А. Дослідження динамічних похибок системи прецизійного керування антеною з асинхронним електроприводом. Вісник ТНТУ, Тернопіль: ТНТУ, 2014. Вип. 76, № 4. С. 164–173.

17. Palamar A., Karpinski M., Palamar M., Osukhivska H., Mytnyk M. Remote Air Pollution Monitoring System Based on Internet of Things. CEUR Workshop Proceedings, 2nd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, Ternopil, Ukraine, November 22–24, 2022. Vol. 3309. P. 194-204.

18. Palamar A. Methods and means of increasing the reliability of computerized modular uninterruptible power supply system. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2020. Vol. 99, No 3. P. 133–141.

19. Palamar A., Pettai E. Microgrid for the Department of Electrical Drives and Power Electronics. 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" and "Doctoral School of Energy and Geotechnology II" (January 11-16, 2010), Pärnu, Estonia, 2010. P. 54-61.

					<i>КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. Погребенник В.Д., Клим Г.І., Бордун І.М., Пташник В.В., Паламар А.М. Системи оперативного контролю інтегральних параметрів водного середовища. Т. 2. Елементи комп'ютерних систем оперативного контролю: колективна монографія. Житомир: Видавничий дім «Бук-Друк», 2021. 180 с.

21. Palamar A., Palamar M. Fire Safety Monitoring System Based on Internet of Things. CEUR Workshop Proceedings, 2023. 1st International Workshop on Computer Information Technologies in Industry 4.0 (CITI 2023), Ternopil, Ukraine, June 14-16, 2023. 3468. P. 164-172.

22. Stadnyk M., Palamar A. Project management features in the cybersecurity area. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2022. Vol. 106, No 2. P. 54–62.

23. Palamar A., Stadnyk M., Palamar M. Adaptive PID regulation method of uninterruptible power supply battery charge current based on artificial neural network. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2022. Vol. 107, No 3. P. 5–13.

24. Palamar M., Yavorska M., Palamar A., Strembitskyi M. Modeling and Research of Satellite Antenna Adjustment Process for Earth Remote Sensing. 2022 IEEE 2nd Ukrainian Microwave Week, Kharkiv, Ukraine, November 14-18, 2022. P. 317-320.

25. Palamar M., Horyn T., Palamar A., Batuk V. Method of calibration MEMS accelerometer and magnetometer for increasing the accuracy determination angular orientation of satellite antenna reflector. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2022. Vol. 108, No 4. P. 79–88.

26. Palamar A., Palamar M., Osukhivska H. Real-time Health Monitoring Computer System Based on Internet of Medical Things. CEUR Workshop Proceedings, 3rd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems (ITTAР 2023), November 22–24, 2023. Vol. 3628. P. 106-115.

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

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

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

					<i>КС КРБ 123.111.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Додаток А
Технічне завдання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедрою КС

_____ Осухівська Г.М.

“ ____ ” _____ 2024 р.

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ ТА ЗАПОБІГАННЯ
ВИТОКУ ГАЗУ В ПРИМІЩЕННІ

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на 9 листках

Вид робіт: Кваліфікаційна робота

На здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

«УЗГОДЖЕНО»

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ к.т.н. Паламар А.М.

“ ____ ” _____ 2024 р.

«ВИКОНАВЕЦЬ»

Студент групи СІ-41

_____ Волочій М.М.

“ ____ ” _____ 2024 р.

Тернопіль 2024

1 Загальні відомості

1.1 Повна назва та її умовне позначення

Повна назва теми кваліфікаційної роботи бакалавра: «Комп'ютеризована система виявлення та запобігання витоку газу в приміщенні».

Умовне позначення дипломного проекту: КС КРБ 123.111.00.00.

1.2 Виконавець

Студент групи СІ-41, факультету комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедри комп'ютерних систем та мереж, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Волочій Матвій Миколайович.

1.3 Підстава для виконання роботи

Підставою для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра є наказ по університету № 4/7-408 від «24» квітня 2024 року.

1.4 Планові терміни початку та завершення роботи

Плановий термін початку виконання кваліфікаційної роботи бакалавра – 01.03.2024 р.

Плановий термін завершення виконання кваліфікаційної роботи бакалавра – 24.06.2024 р.

1.5 Порядок оформлення та пред'явлення результатів роботи

Оформлення технічної документації до кваліфікаційної роботи бакалавра здійснюється згідно діючих вимог вітчизняних та міжнародних стандартів.

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

2 Призначення і цілі створення системи

2.1 Призначення системи

Система призначена для захисту житлових та комерційних приміщень від потенційно небезпечних ситуацій, пов'язаних з витоком газу. Система забезпечує виявлення небезпечних концентрацій газу у повітрі та автоматичне вжиття заходів для запобігання негативним наслідкам, таким як загроза вибуху, пожежі чи отруєння газами.

2.2 Мета створення системи

Мета створення системи виявлення та запобігання витоку газу в приміщенні полягає в забезпеченні безпеки та захисту для життя та майна людей.

2.3 Характеристика об'єкту

Система проектується для виявлення та запобігання витоку газу в приміщенні, що включає в себе:

- розробку функціональної та структурної схеми;

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

3 Вимоги до системи

3.1 Вимоги до системи в цілому

Комп'ютеризована система виявлення та запобігання витoku газу в приміщенні повинна забезпечити:

1. Виявлення небезпечних концентрацій газу та здійснення попередження і реалізацію заходів для запобігання аварійних ситуацій;
2. Наявність автоматичних функцій, таких як відключення джерела газу або попередження користувачів через мобільний додаток;
3. Наявність ефективної системи сигналізації, яка може включати звукові та візуальні сповіщення для оперативного попередження про небезпеку;
4. Можливість керування та моніторингу системи з використанням сучасних технологій, таких як мобільні додатки або веб-інтерфейси;
5. Можливість інтеграції системи виявлення газу з іншими системами безпеки "розумного будинку" для забезпечення комплексного захисту.

3.1.1 Вимоги до структури та функціонування системи

Структура системи виявлення та запобігання витoku газу в приміщенні включає в себе:

- давачі, які виявляють наявність небезпечних концентрацій газів у повітрі;
- центральна панель керування та моніторингу, що забезпечує обробку сигналів від давачів та виконання необхідних дій у разі виявлення загрози;

- механізм для автоматичного відключення джерела газу у разі виявлення небезпечних концентрацій;
- звукові та/або візуальні сигнали сповіщення про небезпеку для попередження користувачів;
- засоби моніторингу та керування системою з використанням мобільних додатків або веб-інтерфейсу.

В загальному випадку, структура системи повинна реалізовувати функції керування процесом виявлення та запобігання витоку газу в приміщенні. Основні функціональні вимоги характеризуються наступними критеріями:

- надійність;
- чутливість та швидкість реакції;
- автоматизація;
- керованість;
- сумісність.

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

Обмін даними між компонентами системи виявлення та запобігання витоку газу в приміщенні повинен здійснюватися з використанням бездротових технологій передачі інформації.

3.1.3 Вимоги до режимів функціонування системи

Вимоги до режимів функціонування визначаються для забезпечення зручного та ефективного використання системи виявлення та запобігання витоку газу в приміщенні з урахуванням потреб користувача. Система повинна мати постійний режим моніторингу, під час якого датчики постійно перевіряють рівень газу у повітрі. При виявленні підвищеного рівня газу система повинна переходити у режим попередження, під час якого активується сигналізація для інформування користувачів. У разі виявлення небезпечно високого рівня газу

система автоматично відключає джерело газу для запобігання подальшому витоку. Користувач повинен мати можливість переключати систему в ручний режим керування для виконання певних операцій вручну, наприклад, відключення газу у разі потреби. Ці вимоги до режимів функціонування допомагають забезпечити ефективну та надійну роботу системи в різних умовах та ситуаціях.

3.1.4 Перспективи розвитку та модернізації системи

Система виявлення та запобігання витоку газу в приміщенні має значний потенціал для подальшого розвитку та модернізації. Зокрема, система може бути інтегрована з іншими засобами домашньої автоматизації, що дозволить створити єдину інтелектуальну систему керування всією домашньою інфраструктурою.

3.1.5 Вимоги до надійності системи

Система повинна бути захищена від фізичних чи механічних пошкоджень на рівні апаратного та програмного забезпечення. Надійність системи повинна забезпечувати відновлюваність функціонування у випадку збою апаратного чи програмного забезпечення.

Показники надійності системи виявлення та запобігання витоку газу в приміщенні повинні відповідати вимогам ДСТУ 50136-1. Ймовірність безвідмовної роботи системи повинна складати не менше 99,8 %.

3.1.6 Вимоги до функцій та задач, які виконує система

Функції та задачі, які повинна виконувати система, передбачають:

– виявлення наявності небезпечних концентрацій газу у повітрі за допомогою спеціальних давачів;

- активація звукових або візуальних сповіщень для попередження користувачів про потенційну небезпеку;
- у разі виявлення критично високого рівня газу система повинна автоматично відключати джерело газу для запобігання подальшому витоку;
- можливість керування системою та отримання інформації про стан системи віддалено через мобільні додатки або веб-інтерфейс.

3.1.7 Вимоги до апаратного забезпечення

Вимоги до елементної бази розробки:

- режими роботи і умови експлуатації вибраних елементів повинні відповідати вказаним в ТЗ;
- вибрана елементна база має забезпечувати необхідні режими роботи системи;
- елементна база по можливості має бути широковживаною, доступною і дешевою. Необхідно також враховувати можливість заміни вибраних елементів на аналогічні (вітчизняні чи імпортного виробництва).

Вимоги до мікроконтролера:

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

4 Вимоги до документації

Документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

Комплект конструкторської документації повинен складатись з:

- пояснювальної записки;
- графічного матеріалу:
 1. функціональна схема системи;
 2. структурна схема керуючого пристрою;

3. схема електрична принципова;
4. блок схема алгоритму роботи програми.

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

5 Техніко-економічні показники

Собівартість розробки системи повинна становити не більше 7000 грн.
Термін експлуатації системи повинен бути не менший 10 років.

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

6 Стадії та етапи проектування

Таблиця 1 – Стадії та етапи виконання КРБ

№ етапу	Назва етапу виконання КРБ	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	24.04.2024 – 27.04.2024
2	Аналіз технічного завдання та обґрунтування можливих рішень	28.04.2024 – 01.05.2024
3	Розробка структурної та функціональної схеми	02.05.2024 – 06.05.2024
4	Розробка схеми електричної принципової, вибір елементної бази	07.05.2024 – 17.05.2024
5	Розробка програмного забезпечення для проектованої системи	18.05.2024 – 01.06.2024
6	Опрацювання питань розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці»	02.06.2024 – 04.06.2024
7	Оформлення пояснювальної записки дипломного проекту	05.06.2024 – 10.06.2024
8	Оформлення графічної частини	11.06.2024 – 13.06.2024
9	Попередній захист кваліфікаційної роботи бакалавра	14.06.2024
10	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	24.06.2024

7 Додаткові умови виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

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

Додаток Б
Перелік елементів

Додаток В

Лістинг програми

Лістинг В.1 – Код програми мікроконтролера платформи Arduino Nano для реалізації системи виявлення та запобігання витoku газу в приміщенні.

```
#include <Arduino.h>
#include <MQUnifiedsensor.h>

// Піни підключення
#define RED_LED_PIN 9
#define BUZZER_PIN 11
#define RELAY_1_PIN 2
#define RELAY_2_PIN 3
#define GAS_SENSOR_PIN A0

// Параметри MQ-9
#define Board "Arduino"
#define Type "MQ-9"
#define Voltage_Resolution 5
#define ADC_Bit_Resolution 10
#define RatioMQ9CleanAir 9.8

MQUnifiedsensor MQ9(Board, Voltage_Resolution, ADC_Bit_Resolution,
GAS_SENSOR_PIN, Type);

// Порогові значення для тривоги
const float GAS_THRESHOLD = 200.0;

void setup() {
  pinMode(RED_LED_PIN, OUTPUT);
  pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
  pinMode(RELAY_1_PIN, OUTPUT);
  pinMode(RELAY_2_PIN, OUTPUT);

  digitalWrite(RED_LED_PIN, LOW);
  digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
  digitalWrite(RELAY_1_PIN, HIGH); // Реле нормально замкнене
  digitalWrite(RELAY_2_PIN, LOW); // Вентилятор вимкнено

  Serial.begin(9600);
  MQ9.init();
}
```

```

    Serial.println("MQ-9 warming up!");
    delay(20000); // Час для нагрівання датчика
}

void loop() {
    MQ9.update(); // Оновлення даних датчика
    float sensorValue = MQ9.readSensor();
    Serial.print("MQ-9 Reading: ");
    Serial.println(sensorValue);

    if (sensorValue > GAS_THRESHOLD) {
        // Увімкнення тривоги
        digitalWrite(RED_LED_PIN, HIGH);
        digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
        digitalWrite(RELAY_1_PIN, LOW); // Вимкнення подачі газу
        digitalWrite(RELAY_2_PIN, HIGH); // Увімкнення вентилятора
    } else {
        // Вимкнення тривоги
        digitalWrite(RED_LED_PIN, LOW);
        digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
        digitalWrite(RELAY_1_PIN, HIGH); // Відновлення подачі газу
        digitalWrite(RELAY_2_PIN, LOW); // Вимкнення вентилятора
    }
    delay(1000);
}

```

Лістинг В.2 – Код програми мікроконтролера WiFi модуля для реалізації дистанційної взаємодії з IoT платформою Blynk.

```

#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

char auth[] = "AuthToken";
char ssid[] = "NetworkName";
char pass[] = "Password";

// Піни підключення
#define RELAY_1_PIN D1
#define RELAY_2_PIN D2

BlynkTimer timer;

```

```

void setup() {
  // Налаштування піни реле
  pinMode(RELAY_1_PIN, OUTPUT);
  pinMode(RELAY_2_PIN, OUTPUT);
  // Початковий стан реле
  digitalWrite(RELAY_1_PIN, HIGH); // Нормально замкнене
  digitalWrite(RELAY_2_PIN, LOW); // Вентилятор вимкнено
  Serial.begin(9600);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
  // Таймер для перевірки підключення до Blynk
  timer.setInterval(1000L, checkBlynk);
}

void loop() {
  Blynk.run();
  timer.run();
}

void checkBlynk() {
  if (Blynk.connected()) {
    Serial.println("Connected to Blynk server");
  } else {
    Serial.println("Disconnected from Blynk server");
  }
}

// Віртуальні піни для керування реле з додатка Blynk
BLYNK_WRITE(V1) {
  int relay1State = param.asInt();
  digitalWrite(RELAY_1_PIN, relay1State);
}
BLYNK_WRITE(V2) {
  int relay2State = param.asInt();
  digitalWrite(RELAY_2_PIN, relay2State);
}
// Віртуальні піни для отримання даних з Arduino Nano
BLYNK_WRITE(V5) {
  int gasLevel = param.asInt();
  if (gasLevel > GAS_THRESHOLD) {
    Blynk.notify("Gas leakage detected!");
    Blynk.virtualWrite(V3, 1); // Червоний світлодіод у додатку
  } else {
    Blynk.virtualWrite(V3, 0);
  }
}
}

```