Кафедра Електронних засобів інформаційно-комп`ютерних технологій

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до магістерської кваліфікаційної роботи на тему:

РОЗРОБКА ВБУДОВАНОЇ СИСТЕМИ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ

Студент групи ТРМ-25 Тетерка А.Ю.
(шифр, прізвище та ініціали)

Керівник _____ (Вус Б.С.)

Консультант _____ (Кугар А.В.)

Рецензент (Романишин Ю.М.)

Завідувач кафедри _____ Юрій РОМАНИШИН

20 травня 2025 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Інститут інформаційно-комунікаційних технологій та електронної інженерії

Кафедра Електронних засобів інформаційно-комп'ютерних технологій

Спеціальність 172 " Електронні комунікації та радіотехніка "

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Завідувач кафедри Юрій РОМАНИШИН

«09» квітня 2025р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студентові групи ТРМ-25 другого (магістерського) рівня вищої освіти

Тетерці Андрію Юрійовичу

1. Тема роботи (проекту) ***«Розробка вбудованої системи протипожежного захисту»***

затверджена наказом по університету від 09 квітня 2025 р. №1299-4-06

2. Термін подання студентом закінченої роботи 20 травня 2025 р.

3. Вихідні дані для роботи (проекту): Провести аналітичне обґрунтування актуальності використання вбудованих систем для протипожежного захисту. Зробити обгрунтування та розробити функціоальні схеми вбудованої системи протипожежного захисту. Розробити принципові схеми вбудованої системи протипожежного захисту. Зробити техніко-економічне обгрунтування.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):

Аналітичне обґрунтування актуальності використання вбудованих систем для протипожежного захисту. Обгрунтування та розробка функціоальної схеми вбудованої системи протипожежного захисту. Розробка принципових схем вбудованої системи протипожежного захисту. Техніко-економічне обгрунтування.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Функціональний алгоритм вбудованої системи протипожежного захисту

2. Функціональна структура вбудованої системи протипожежного захисту

3. Функціональна схема вбудованої системи

4. Принципова схема сенсора іскріння

5. Принципова схема сенсора вогненебезпечних газів та інш. всього 12 слайдів.

6. Перелік програмних продуктів, які належить використати в процесі розроблення роботи (проекту)

Word, Excel, Power Point, AutoCAD, NanoCAD, Matlab

7. Консультанти з роботи (проекту) із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Завдання видав		Завдання прийняв	
		підпис	дата	підпис	дата
Технічний	к.т.н. Вус Б.С.		03.02.25		28-04-2025
Економічний	д-р екон.наук Кучер А.В.		22.04.25		24.04.25

8. Дата, коли видано завдання " 03 " лютого 2025 р.

Керівник к. т.н. Вус Б.С. .( )

(підпис)

Завдання прийняв до виконання Тетерка А.Ю. ( )

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз завдання і обґрунтування доцільності розробки вбудованої системи протипожежного захисту	03.02.2025 – 09.04.2025	
2	Обгрунтування та розробка функціональних алгоритмів та схеми вбудованої системи	10.04.2025 – 15.04.2025	
3	Розробка принципових схем електричних.	16.04.2025 – 21.04.2025	
4	Економічні розрахунки цінових характеристик.	22.04.2025 – 24.04.2025	
5	Виконання графічної частини.	25.04.2025 – 28.04.2025	
6	Оформлення пояснювальної записки.	29.04.2025 – 19.05.2025	

Студент Тетерка А.Ю.

(підпис)

Керівник Вус Б.С.

(підпис)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Інститут інформаційно-комунікаційних технологій та електронної інженерії

Кафедра Електронних засобів інформаційно-комп'ютерних технологій

Спеціальність 172 “ Електронні комунікації та радіотехніка ”

”ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри Юрій РОМАНИШИН

«__» _____ 2025р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студентові групи ТРМ-25 другого (магістерського) рівня вищої освіти

Тетерці Андрію Юрійовичу

1. Тема роботи (проекту) **«Розробка вбудованої системи протипожежного захисту»**

затверджена наказом по університету від 09 квітня 2025 р. №1299-4-06

2. Термін подання студентом закінченої роботи 20 травня 2025 р.

3. Вихідні дані для роботи (проекту): Провести аналітичне обґрунтування актуальності використання вбудованих систем для протипожежного захисту. Зробити обгрунтування та розробити функціоальні схеми вбудованої системи протипожежного захисту. Розробити принципові схеми вбудованої системи протипожежного захисту. Зробити техніко-економічне обгрунтування.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):

Аналітичне обґрунтування актуальності використання вбудованих систем для протипожежного захисту. Обгрунтування та розробка функціоальної схеми вбудованої системи протипожежного захисту. Розробка принципових схем вбудованої системи протипожежного захисту. Техніко-економічне обгрунтування.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Функціональний алгоритм вбудованої системи протипожежного захисту

2. Функціональна структура вбудованої системи протипожежного захисту

3. Функціональна схема вбудованої системи

4. Принципова схема сенсора іскріння

5. Принципова схема сенсора вогненебезпечних газів та інш. всього 12 слайдів.

6. Перелік програмних продуктів, які належить використати в процесі розроблення роботи (проекту) Word, Excel, Power Point, AutoCAD, NanoCAD, Matlab

7. Консультанти з роботи (проекту) із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Завдання видав		Завдання прийняв	
		підпис	дата	підпис	дата
Технічний	к.т.н. Вус Б.С.				
Економічний	д-р екон.наук Кучер А.В.				

8. Дата, коли видано завдання ” _____ ”_____ 2025 р.

Керівник к. т.н. Вус Б.С. .( )

(підпис)

Завдання прийняв до виконання ( )

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз завдання і обґрунтування доцільності розробки вбудованої системи протипожежного захисту	03.02.2025 – 09.04.2025	
2	Обгрунтування та розробка функціональних алгоритмів та схеми вбудованої системи	10.04.2025 – 15.04.2025	
3	Розробка принципових схем електричних.	16.04.2025 – 21.04.2025	
4	Економічні розрахунки цінових характеристик.	22.04.2025 – 24.04.2025	
5	Виконання графічної частини.	25.04.2025 – 28.04.2025	
6	Оформлення пояснювальної записки.	29.04.2025 – 19.05.2025	

Студент Тетерка А.Ю.

(підпис)

Керівник Вус Б.С.

(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП……14
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВБУДОВАНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ……16
1.1. Етапи розвитку засобів протипожежного захисту……16
1.2. Особливості вбудованої системи протипожежного захисту, яка розроблена у магістерській роботі……20
1.3. Використання електронної процесорної системи та засобів пожежогасіння у вбудованій системі протипожежного захисту……29
Висновки до розділу 1……33
РОЗДІЛ 2 ОБГРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ВБУДОВАНОЇ СИСТЕМИ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ……35
2.1. Функціональне призначення вбудованої системи……35
2.2. Функціональна структура вбудованої системи……38
2.3. Обгрунтування функціонального вибору сенсорів для профілактики виникнення пожежі……41
2.4. Функціональна обгрунтування вибору сенсорів признаків виникнення пожежі……43
2.5. Функціональна обгрунтування вибору сенсорів признаків активування пожежі……45
2.6. Функціональна схема вбудованої системи протипожежного захисту……47
Висновки до розділу 2.....51
РОЗДІЛ 3 ПРИНЦИПОВІ СХЕМИ ВБУДОВАНОЇ СИСТЕМИ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ.....53

3.1. Сенсор іскріння для профілактичного протипожежного спостереження.....53
3.2. Сенсор вогненебезпечних газів для профілактичного протипожежного спостереження.....55
3.3. Сенсор вологості повітр'я для профілактичного протипожежного спостереження.....58
3.4. Сенсор температури повітря для профілактичного протипожежного спостереження.....61
3.5. Сенсор диму іонізаційного типу для виявлення признаків пожежі.....64
3.6. Сенсор диму оптоелектронного типу для виявлення признаків пожежі.....66
3.7. Сенсор полум'я для виявлення признаків пожежі.....69
3.8. Сенсор інфрачервоного випромінювання для виявлення ознак пожежі.....71
3.9. Сенсор звуку для виявлення ознак активування пожежі.....74
3.10. Сенсор високої температури для виявлення ознак активування пожежі.....76
Висновки до розділу 3……80
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА МКР……81
4.1. Економічна характеристика проектного виробу……81
4.2. Визначення комплексного показника якості……..87
4.3. Розрахунок лімітної ціни нового виробу……88
4.4. Визначення показників економічної ефективності проектних рішень. ……88
4.5.Висновок до розділу 4……93
ВИСНОВКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ……94
ЛІТЕРАТУРА……96

ВСТУП

Питання протипожежної безпеки є дуже важливим аспектом забезпечення життєдіяльності людини і збереження матеріальних цінностей. Тому системи, протипожежного захисту, які забезпечують надійний захист життя і майна мають значну перспективу у власному розвитку, удосконаленні та застосуванні.

Об'єкт дослідження – вбудована система протипожежного захисту, яка в оежимі реального часу дозволить контролювати параметри навколишнього середовища в місці спостереження на предмет виникнення передумов або самої пожежі і на основі інтелектуального алгоритму зможе прийняти рішення щодо достовірності одержаних даних і виконати необхідні дії для гасіння пожежі.

Предмет дослідження – розробка процесорної вбудованої системи для ефективного протипожежного захисту на основі використання сучасних сенсорів та засобів пожежогасіння.

Сучасні сенсори, процесорні системи реального часу (вбудовані системи) та пристрої пожежогасіння стають ключовим елементом сучасних протипожежних технологій. Вони мають перевагу у ранньому та точному виявленню ділянок де виникла пожежа. Крім того вони дозволяють проводити ідентифікацію причин виникнення пожежі і що в свою чергу дозволяє процесорній системі використовувати оптимальні алгоритми гасіння даної пожежі, мінімізувати помилкові тривоги, активувати системи тривого та керувати її автономним гасінням. Процесорна система реального часу дозволяє використовувати інтелектуальні алгоритми обробки даних від комплексу використовуваних датчиків і це дозволяє відрізнити реальні загрози від хибних загроз, наприклад, від появи випарів, туману, пилу або різких змін температури.

Мета і завдання дослідження: вивчення технічної можливості створення простої, доступної по ціні вбудованої системи пожежогасіння

для індивідуального використання та використання в структурах малого підприємництва.

В магістерській кваліфікаційній роботі досліджуються технічні аспекти оптимізації використання сучасних компонетів для створення вбудованих систем протипожежного захисту. В центр уваги ставиться вивчення можливості створення ефективної автоматизованої системи пожежогасіння, доступної по ціні та зручності в експлуатації, для широкого кола користувачів – для індивідуальних господарств та структур малого підприємництва.

Новизна отриманих результатів дослідження полягає у створенні нової вбудованої системи за власними схемотехнічними рішеннями, яка при своїй доступній ціні зможе забезпечити ефективний протипожежний захист.

Практичне значення результатів: Запропоновані технічні рішення можна використати у серійних вбудованих системах пожежогасіння, які забезпечать швидке та ефективне реагування на признаки появи пожежі і дозволять крім повідомлення про появу пожежі, самостійно в автономному режимі забезпечити процес ефективного гасіння ділянок пожежі.

Магістерська кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів і висновків. Повний обсяг роботи складає____сторінок, _____таблиць, _____рисунків, _____додатку. Список використаних джерел включає 22 найменування.

1. АНАЛІТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВБУДОВАНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ

1.1. Етапи розвитку засобів протипожежного захисту

На ранніх етапах, коли поселення були невеликими, а будівлі переважно з дерева, основними "протипожежними засобами" були пильність та швидка реакція громади . Для гасіння вогню використовувалися підручні засоби: вода з річок та колодязів, пісок, глина, тощо .

У XVII-XVIII століттях появилися водяні насоси,

пожежні драбини, перші вогнегасники, щоправда, досить громіздкі та неефективні, наприклад, у вигляді бочки з водою.

XIX століття стало переломним у розвитку протипожежної справи шляхом промислової революції. Почали застосовуватись гумові шланги, що зробило транспортування води до місця пожежі легшим та ефективнішим.

Також були розроблені перші ефективні хімічні вогнегасники , у яких використовувались різні хімічні реакції для гасіння півм'я.З'явилися механізовані водяні насоси, драбини та автоцистерни , що значно підвищило мобільність та оперативність пожежних служб.

У XX столітті відбувається бурхливий розвиток протипожежних технологій. Вдосконалюються вогнегасники, з'являються нові вогнегасні речовини (піна, порошки, вуглекислий газ). Також набувають широкого розвитку системи автоматичного пожежогасіння, пожежна сигналізація , системи димовидалення. Велика увага намагається приділяти профілактиці пожеж, розробляються будівельні норми та правила пожежної безпеки.

У XX столітті і на сучасному етапі набувають розвитку високотехнологічні засоби пожежогасіння: процесорні системи управління пожежогасінням, роботизовані пожежні комплекси, тепловізори для виявлення прихованих осередків горіння. На основі процесорних систем

реального часу (вбудованих систем) розробляються інтелектуальні системи пожежної безпеки, які об'єднують різні сенсори та пристрої для активного виявлення та ефективного гасіння пожежі (рис.1).

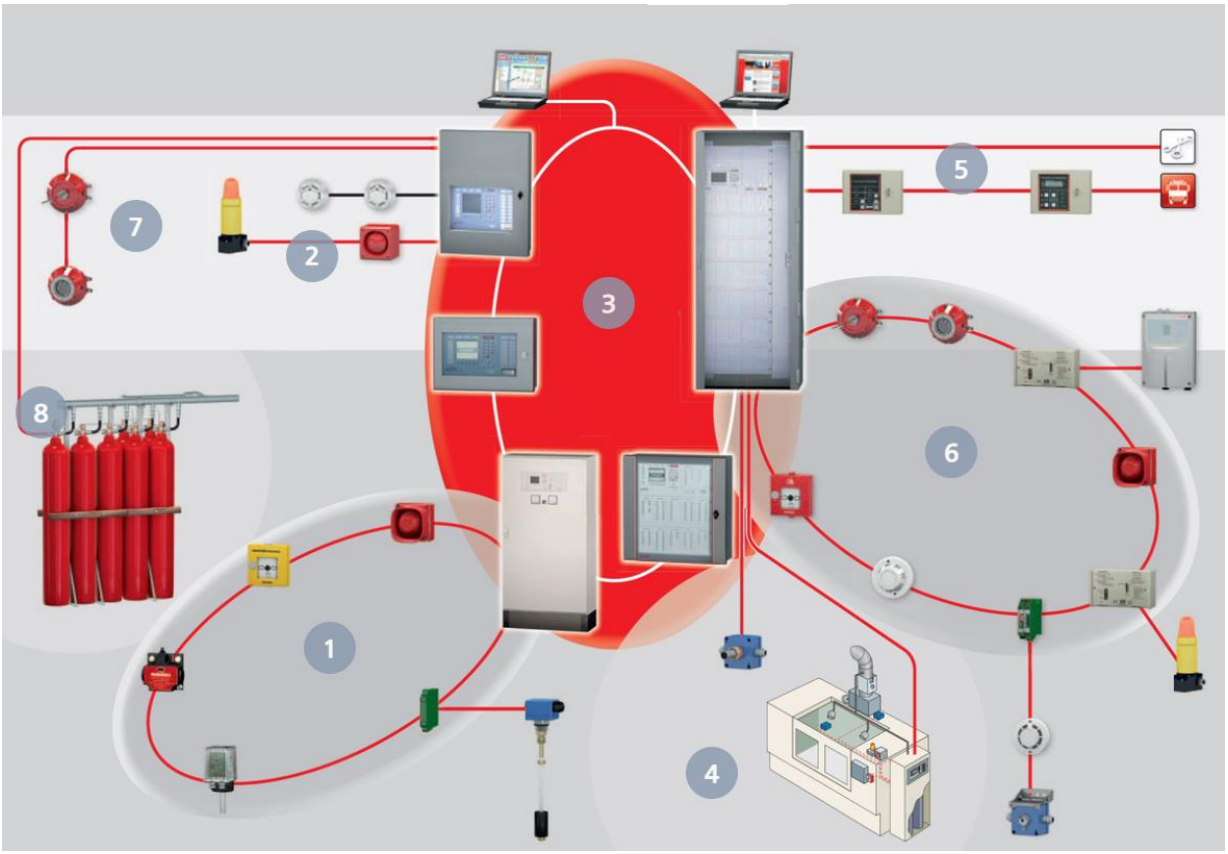


Рис. 1.1 Сучасна процесорна система протипожежного захисту.

Цьому сприяло розвиток мікроелектроніки та процесорної техніки, здешевлення технологій їх виготовлення. Прикладом можуть бути мікропроцесорні системи реального часу, за допомогою яких проводилась обробка сигналів від сенсорів, і виконувались дії для екерування виконавчими пристроями (сиренами, світловими оповіщувачами).

На сьогодішний день, процесорні системи реального часу (вбудовані системи) залишаються невід'ємною частиною практично всіх

засобів сучасного протипожежного захисту. Вони дозволяють забезпечити наступні етапи протипожежного захисту:

- моніторинг середовища за допомогоюта сенсорів диму, тепла, газу,
- обробка сигналів від сенсорів, прийняття рішень,
- керування виконавчими пристроями пожежогасіння.
- використання складних алгоритмів обробки інформації з різних сенсорів для виявлення ознак пожежі та мінімізації хибних тривог.

Найбільш поширеними сенсорами диму є оптоелектронні (фотоелектичні) та іонізаційні сенсори. Вони ефективні для виявлення тліючих пожеж що супроводжуються виділенням диму. На сьогоднішний день в місцях скупченя людей особливо в малих приміщеннях, переваги надаються оптоелектронним сенсорам, оскільки в них відсутні іонізаційні камери з небезпечними для здоров'я радіоактивними елементами.

Сенсори диму можуть бути точковим для локального виявлення диму в приміщеннях з невеликою площею: вестибюлях, холах/фойє, а також в кабінетах, офісах, кімнатах, готельних номерах. Оптоелектронні сенсори складаються з двох частин – передвальної (світлодіода) і приймальної (фотодіода). Наявність диму моніториться шляхом вимірювання зміни оптичної щільності середовища між передавальною та приймальною частинами сенсора. Деякі оптоелектронні сенсори передбачають можливість рознесення передавальноїта приймальної частин на дідстань до 100 м, що створює можливість вимірювання задимленості на великій площі.приймальної та

Існує багато типів сенсорів диму і вони мають різні конструкції залежно від свого експлуатаційного призначення.

Зазвичай сенсори диму розміщуються у верхні частині приміщення, наприклад на стелі (рис. 1.2.).

Рис. 1.2 Типове розміщення сенсора диму.

1.2. Особливості вбудованої системи протипожежного захисту, яка розроблена у магістерській роботі

Вбудована система, розроблена у даній магістерській роботі виконана по класичній структурній схемі – вона складається з наступних структурних одиниць:

- головний процесор вбудованої системи,

- вхідні пристрої (блок сенсорів для профілактики пожежі, блок сенсорів виявлення пожежі, блок сенсорів активування пожежі)
- підпорядкований процесор вбудованої системи (обробка інформації з сенсорів, прийняття рішень, інфоормування про етапи протипожежної ситуації, управління виконавчими пристроями протипожежного захисту.

Вказана вбудована система дозволяє ореалізувати комплексний підхід з метою організації протипожежних заходів. Для розробки функціональної схеми вбудованої системи розглядаються три взаємопов'язані етапи потипожежних заходів:

- профілактичне виявлення признаків що можуть призвести до виникнення пожежі,
- виявлення признаків що вказують на початок пожежі,
- контроль признаків , які є супутними при активуванні пожежі.

Для вказаних етапів проводиться аналіз з метою оптимального вибору необхідних сенсорів, для цих сенсорів розробляються відповідні принципові схеми драйверів для їхнього підключення до процесора вбудованої системи. Розглядаються функціональні алгоритми взаємодії сенсорів з процесором вбудованої системи, з метою отримання необхідних даних що характеризують стан протипожежного захисту.

Профілактичне виявлення признаків що можуть призвести до пожежі є дуже важливим. Наприклад іскріння що виникають в електричній мережі. Таке явище дуже актуальне, оскільки мають місце приклади використання сучасних потужних електричних пристроїв у електичній мережі не розрахованій на таку апотужність. При вставлянні електричної вилки у розетку виникає іскріння, може поялятися електрична дуга. Якщо контактні з'єднання розетки, до яких підключені проводи мережі змінного струму в результаті експлуатації погіршились, виникають іскри та мікроелектричні дуги на контактних з'єднаннях. Регулярні огляди та перевірки електропроводки та електрообладнання, які включають перевірку наявності оголених проводів, пошкодженої ізоляції, ненадійних

з'єднань, перевантаження розеток та справності запобіжників/автоматичних вимикачів, не завжди можуть дати бажаний ефект. Це може бути зумовлено випадковим характером прояви ознак та їх замаскованістю. Наприклад, шуми на промисловому об’єкті можуть маскувати характерний звук при іскрінні, можуть бути прояви мікроіскріння, яе ще менше буде себе проявляти. Тому появляється потреба у автоматизації процесу виявлення іскріння. Для цього у даній роботі пропонується використати сенсор іскріння власної розробки.

При розробці сенсора іскріння в основу його роботи брався той факт що електричне іскріння обов'язково супроводжується генеруванням електромагнітних хвиль.

Генерування радіохвиль при іскрінні виникає у результаті дії наступних факторів:

- різка зміна струму в електричному колі (перехідний процес) при появі контакту або при зникненню контакту між струмопровідними частинами еектричного кола.
- швидка зміна струму зумовлює прискорений рух електронів у провіднику, це згідно із законами термодинаміки є джерелом електромагнітного випромінювання.

Таким чином, іскровий розряд що виникає у результаті порушення контактів у електричній мережі , при появі коротких замикань тощо, є імпульсним процесом зі швидкими змінами струму, який зумовлю генерування електромагнітних хвиль у широкому спектрі частот, включаючи радіохвилі. Ці радіохвилі можна приймати, детектувати і використовувати в ролі профілактичного признаку у методах протипожежного захисту.

Робота сенсора іскріння побудована на прийманні радіохвиль, які виникають у момент іскріння та аналізі цих хвиль з метою відрізнити від інших можливих завад.

Другим важливим фактором, який потрібно контролювати з профілактичною метою є моніторинг наявності горючих газів. Цей фактор

само собоє становить пожежну небезпеку. Але пожежна небезпека суттєво зростає при наявності супутного іскріння.

У побуті існує кілька газів, які можуть призвести до пожежі або вибуху:

- природний газ метан (CH_4), найпоширеніший газ, використовується для опалення, приготування їжі та підігріву води. Він легкозаймистий і при витоку може утворювати вибухонебезпечні суміші з повітрям які займуться навіть від невеликої іскри,
- зріджений нафтовий газ або пропан-бутанова суміш, який часто використовується в балонах для газових плит та обігрівачів в місцях де немає централізованого газопостачання. Пропан-бутанова суміш так само як попередній газ, є легкозаймистим і може загорітися від маленької іскри.

У вбудованій системі протипожежгного захисту для вимірювання концентрації газу метану найкраще використовувати напівпровідниковий сенсор TGS8410. Цей сенсор виготовляється на основі MEMS-технології і розроблений спеціально для виявлення метану. Сенсор TGS8410 має вбудований фільтр, який мінімізує вплив заважаючих газів, наприклад парів спиртів, що забезпечує його високу селективність до метану.

Для вимірювання концентрації вказаних газів у повітрі приміщення з метою профілактики виникнення пожежі рекомендується використовувати напівпровідниковий сенсор газів TGS813 (рис. 1.3).

Рис. 1.3 Сенсор для вимірювання концентрації горючих газів TGS813.

Сенсор дозволяє вимірювати концентрацію горючих газів та їх сумішей (пропан, бутан тощо) з типовим значенням 500 - 10000 ppm, що нижче 1 - 25% нижньої межі вибуховості.

Сенсор має компактний розмір: діаметр близько 9,2 мм, висота близько 7,8 мм, та малу вагу, приблизно 1.2 г, може працювати у діапазоні температур: мінус 40 ~… +70 °С.

Розглянуті вище два фактори: іскріння та наявність горючого газу, кожний окрема або обидва разом, можуть бути прямою причиноює виникнення пожежі. Крім них є ще супутні побічні причини, які потрібно враховувати при профілактичних протипожежних заходах. Це вологість та температура.

Вологість та температура є очевидними факторами що підвищують пожежну небезпеку і не потребують особливих пояснень. Чим менша вологість тим більшим є ризик, як виникнення, так і підтримування пожежі.

Низька вологість призводить до висушування різних матеріалів які можуть бути у приміщенні: деревина, папір, текстиль, суха трава та листя. Сухі матеріали значно легше займаються і швидше горять. Це зумовлено тим, що вода, яка міститься в матеріалах, діє як природний сповільнювач

горіння. При низькій вологості її кількість зменшується, що є причиною швидшого займання та горіння цих матеріалів.

Ще однією причиною пожежної небезпеки сухого повітря у приміщенні є зміна діелектричних властивостей повітря. Сухе повітря є кращим діелектриком, це сприяє накопиченню статичної електрики і виникнення електростатичних розрядів. Електростатичні розряди можуть стати джерелом іскри, яка є достатньою щоб спричинити займання легкозаймистих речовин.

Таким чином вимірювання вологості повітря у приміщенні може стати важливим чинником для профілактики пожежної безпеки сукупно із іншими факторами.

Для вимірювання вологості повітря у приміщенні можуть використовуватися сенсори різних типів: ємнісні, резистивні, термічні. Вибір типу сенсора проводиться залежно від виду приміщення, умов його використання і т. інш. Сенсори вологості мають наступні властивості , які потрібно враховувати при використанні у вбудованій системі протипожежного захисту.

Ємнісні сенсори складаються з двох електродів, між якими розміщений гігроскопічний діелектрик, виготовлений з матеріалу здатного поглинати вологу. Внаслідок зміни вологості повітр’я змінюється діелектрична проникність гігроскопічного матеріалу, що в свою чергу призводить до зміни ємності сенсора. Ємнісні сенсори забезпечують лінійну залежність вихідного сигналу від вологості, мають широкий діапазон вимірювання (0-100% RH), низький гістерезис і швидкий час впливу.

Полімерні ємнісні сенсори забезпечують високу точність і стабільність вимірювання вологості (часто в межах ±2-5% RH), також вони зберігають свої характеристики протягом тривалого часу експлуатації.

Крім того вони мають лінійний вихідний сигнал, що спрощує калібрування порогів спрацьовування при порівнянні з референсним сигналом.

Прикладом полімерного сенсора вологості, який можна використовувати у вбудованій системі протипожежного захисту є сенсор DHT22 (рис.1.4).

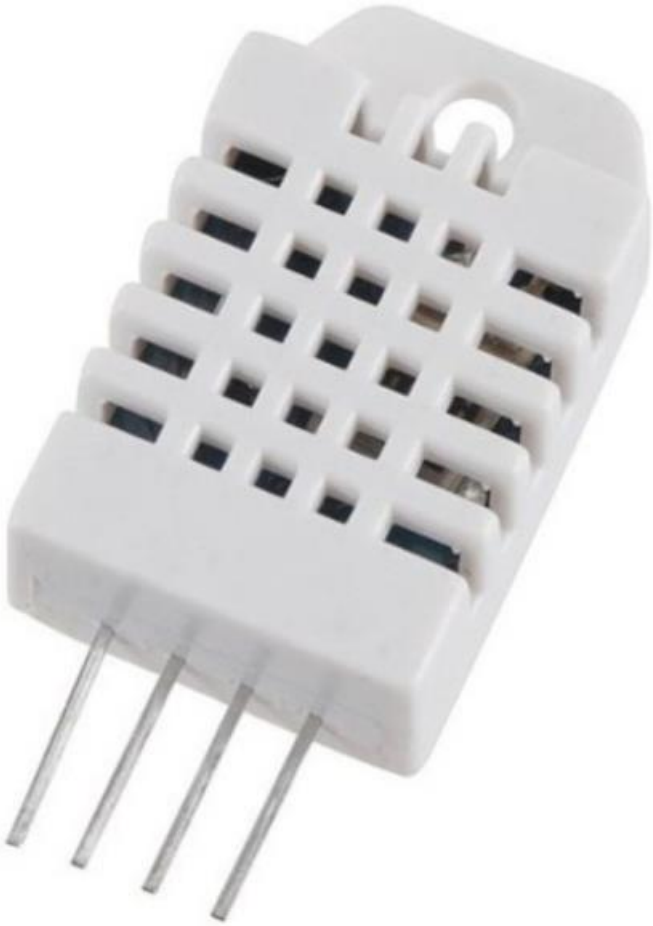


Рис.1. 4 Зовнішній вигляд полімерного сенсора вологості.

Полімерний сенсор вологості DHT22 дозволяє вимірювати вологість повітря в діапазоні від 0 до 90% з точністю +(-) 2%. Використовувати сенсор можна при температурі повітря в межах від мінус 20°C до +60°C.

В резистивних сенсорах вологості використовується

гігроскопічний матеріал, електричний опір якого змінюється залежно від рівня вологості повітря. Як правило це провідні матеріали на основі використання солей. Резистивні сенсори менш лінійні та стабільні порівняно з ємнісними сенсорами, мають обмежений діапазон вимірювання та чутливість до впливу. Однак вони суттєво дешевші і їх можна використовувати в компараторах вологості, які спрацьовують при заданих рівнях вологості у приміщенні. У вбудованій системі в алгоритмі обробки інформації з сенсорів використовується принцип компарації, тому використанняя резистивного сенсора є оправданим, як з технічної, так і цінової точки зору.

Наприклад, можна використати сенсор вологості HR202L (рис. 1. 5),

Рис.1. 5 Зовнішний вигляд резистивного сенсора вологості.

який може працювати при температурі від 0 до 60 ^{o}C і забезпечувати вимірювання вологості в межах від 20% до 95%. Опір резистивного

елементу залежно від вологості змінюється в широкому діапазоні – від 1 кОм до 10 МОм. Це забезпечує високу роздільну здатність при вимірюванні вологості і є важливим при компарації одержаних даних з референсними даними вологості.

Ще одним типом сенсорів вологості призначених для використання у вбудованій системі можуть бути термічні (теплопровідності) сенсори вологості.

Термічні сенсори вимірюють зміну теплопровідності повітря, яка залежить від його вологості. Зазвичай вони складаються з двох термісторів, один з яких герметично закритий (вимірює температуру сухого повітря), а інший відкритий (його теплопровідність залежить від вологості). Абсолютна вологість визначається на основі вимірювання різниці опорів вказаних термісторів. Такі сенсори пропонується використовувати у вбудованій системі у випадку коли вона використовується для протипожежного захисту промислових приміщень з підвищеною температурою повітря.

Для протипожежної профілактики важливим є контроль температури повтря у приміщенні, яке піддається протипожежному нагляду. Вища температура спричиняє висихання матеріалів і сприяє їх більш швидкому займанню та горінню.

Температура викликає ланцюговий процес активування пожежі. Чим вища температура у приміщенні, тим швидше може відбутися процес загорання. З підвищенням температури в джерелі пожежі її інтенсивніст різко зростає і відбувається загорання умовно негорючих матеріалів.

Для моніторингу температури повітря у приміщенні можуть використовуватися різні сенсори температури. Це можуть бути сенсори абсолютних значень температури, сенсори швидкості підвищення температури або сенсори, які поєднюють обидві властивості.

Сенсори абсолютних значень температури є корисними при профілактичному моніторингу приміщень. Сенсори різкої зміни температури дозволяють виявити оознаку пожежі.

Для виявлення ознак пожежі використовуються різні сенсори, в їх числі сенсори полум’я.

Сенсори полум’я бувають чотирьох типів: інфрачервоні детектори полум’я, ультрафіолетові детектори полум’я, детектори полум’я у спектрі видимого світла, багатоспектральні детектори полум’я.

Інфрачервоні детектори полум’я дають можливість реагувати на інфрачервоне випромінювання, характерне для відкритого полум'я. Вони можуть бути однодіапазонними або багатодіапазонними, що дозволяє відрізнити світлове інфрачервоне випромінювання полум’я від інших джерел інфрачервоного випромінювання.

Ультрафіолетові детектори півм'я: Виявляють ультрафіолетове випромінювання, яке також присутнє в полум’ї.

Детектори полумя у видимому діапазоні світлового випромінювання найчастіше використовується у комплексі мультисенсорної системи моніторингу появи полум’я. Вигляд такого детектора, виконаного у виді електронного модуля показано на рис. 1.6.

Цей сенсор має зону чутливості з кутом 60° та максимальною відстанню 0,8 м.

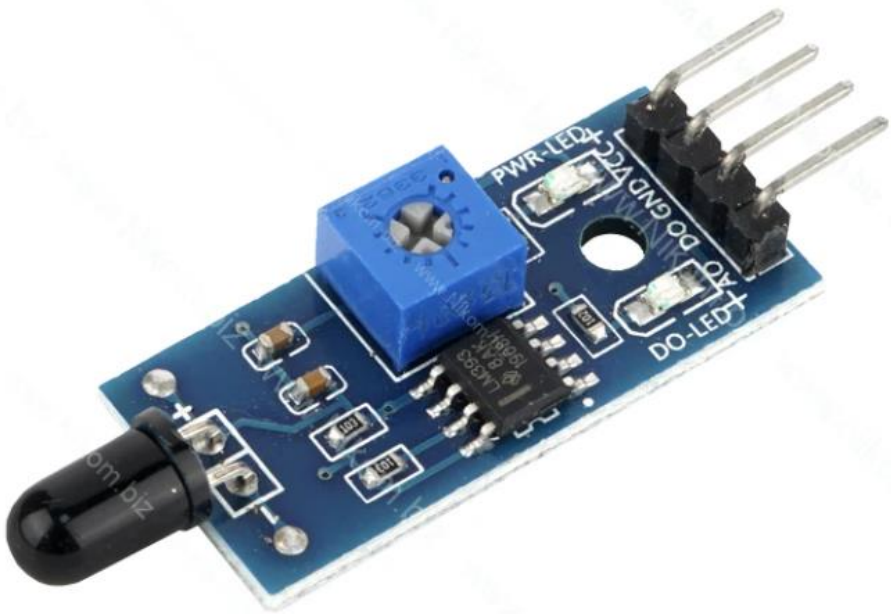


Рис. 1.6 Сенсор полум’я в інфрачервоному діапазоні світла з довжиною хвилі 760…1100 нм.

Використовуючи високочутливі сенсори та процесори для аналізу повітря можна одержати сповіщення про початок пожежі задовго до появи видимого диму. Для цього потрібно щоб сенсори мали високу чутливість до продуктів горіння.

Таким чином комплексне спостереження за можливою появою іскріння, горючих газів, зниження вологості і підвищення температури є важливими профілактичними діями для уникнення пожежі і є важливою складовою частиною протипожежного захисту.

1.3. Використання електронної процесорної системи та засобів пожежогасіння у вбудованій системі протипожежного захисту

Використання електронних процесорних систем у сфері пожежної безпеки є ключовим елементом сучасних протипожежних технологій. Ці процесорні системи, які працюють в режимі реального часу, забезпечують швидке та ефективне одержання даних з сенсорів, проводять обробку отриманих результатів, приймають рішення та керують виконавчими пристроями пожежогасіння у разі виникнення пожежі.

Електронні процесорні системи отримують сигнали від різноманітних сенсорів протипожежного нагляду, аналізують ці сигнали в режимі реального часу на основі використання спеціальних алгоритмів виявлення та розрізняння реаьної від хибної пожежі. Останнє є дуже важливим тому що хибні тривоги крім моральних наносять також матеріальні втрати: транспортні, робочого часу, витратні матеріали пожежогасіння тощо.

При виявленні реальної пожежі процесорна система автоматично формує сигнали управління для виконавчих пристроїв: звукові сирени, світлові індикатори, голосове повідомлення. Крім цього, процесорна

система може активувати засоби пожежогасіння, наприклад, газові або порошкові системи.

Процесорні системи постійно зберігають дані моніторингу одержані з усіх підключених сенсорів, вони можуть вести журнали подій, фіксуючи час та місце спрацьовування сенсорів, а також активування системи пожежного гасіння.

Аналіз подій, причин та наслідків, пов'язаних з протипожежним захистом, дозволяє удосконалювати алгоритми спостереження, крім цього, удосконалювати технічні засоби пожежогасіння.

Процесорні системи можуть взаємодіяти з іншими процесорними системами, або безпосередньо з їхніми виконавчими пристроями призначеними для виконання дій в результаті виникнення пожежі: автоматично розблокувати двері евакуаційних виходів, зупинити роботу вентиляції для запобігання поширенню диму і т. інш.

Підсумовуючи сказане можна відмітити наступні переваги використання електронних процесорних систем пожежної безпеки:

- висока швидкість реагування, обробки даних та прийняття рішень,
- мінімізація хибних спрацьовувань завдяки використанню складних алгоритмів аналізу даних отриманих з усієї сукупності сенсорів,
- можливість автоматизації подачі оповіщень та запуску систем пожежогасіння,
- можливість проведення постійного моніторингу з великої кількості сенсорів, що є запорукою підвищення надійності протипожежного нагяду.

Важливою особливістю будь-якої процесорної системи це легкість адаптації шляхом додвання або заміни зовнішних пристроїв та перепрогамуванням. Ця властивість є характерною і для вбудованої системи, розробленої в магістерській роботі. Її можна адаптувати для протипожежного захисту різних приміщень або будівель різного призначення та розміру. Вбудована система може бути інтегрована на

роботу з новими більш ефективними сенсорами та засобами пожежогасіння.

Загалом, сучасні процесорні системи захисту від пожежі є високотехнологічними рішеннями, забезпечують швидке, точне та ефективне виявлення та реагування на пожежну ситуацію, значно підвищуючи рівень безпеки об’єктів. У таких системах крім електронної процесорної системи та сенсорів, велике значення мають виконавчі пристрої вбудованої системи, зокрема засоби пожежогасіння.

Системи пожежогасіння призначені для запобігання поширення вогню, обмеження розвитку пожежі, гасіння пожежі, а також захисту від пожежі людей і матеріальних цінностей.

Одним з найбільш надійних засобів для вирішення цих завдань є системи автоматичного пожежогасіння, які виконують свої дії у автоматичному режимі на основі використання сигналів керування від вбудованої системи. На відміну від систем ручного пожежогасіння і систем, які керуються оператором, вбудовані системи можуть реалізовувати алгоритми автоматичного пожежогасіння без участі людини-оператора. Це дозволяє оперативно зреагувати на появу пожежі та оперативно її загасити.

Використання засобів пожежогасіння у вбудованій системі необхідно на основі державних стандартів які розроблені для систем автоматичного пожежогасіння. Необхідно враховувати умови в яких проводиться пожежогасіння та можливість використання тих чи інших засобів для гасіння пожежі, наприклад,

газове пожежогасіння, водяне пожежогасіння, порошкове пожежогасіння тощо.

В системах автоматичного пожежогасіння на основі використання процесорної системи використовуютьс наступні методи пожежогасіння:

- газове пожежогасіння (CO_2, аргон, азот, хладони),
- водяне пожежогасіння (вода)

- пінне пожежогасіння та водо-пінне пожежогасіння (вода з піноутворювачем),
- порошкове пожежогасіння (порошки спеціального хімічного складу),
- аерозольні системи пожежогасіння (подібні до порошків, але частки на порядок менше за розмірами),
- системи тонкодисперсної води (тонкорозпиленою води).

Ефективність пожежогасіння – визначається швидкістю припинення горіння, забезпечення безпеки людей, мінімізацією нанесених збитків. Ефективність пожежогасіння залежить від алгоритмів пожежогасіння, правильного вибору речовин для гасіння, розуміння принципу дії та призначення.

Для вибору вогнегасної речовини потрібно користуватись наступними даними їх технічних характеристик:

- вода та водні розчини є і зараз найбільш поширеними та економічно вигідними засобами для гасіння твердих горючих речовини та частково горючих рідин, потрібно враховувати що вода та водні розчини проводять електричний струм і їх не можна використовувати у місцях з електричним обладнанням,
- Піни мають широке використання аналогічне до використання води та водних розчинів. Вони забезпечуючи швидке перекриття доступу кисню до зони горіння та охолодження. Розрізняють низько-, середньо- та високоекратну піну, а також плівкоутворюючі та водостійкі піни,
- газові вогнегасні речовини використовуються для захисту об'єктів з цінним обладнанням (серверні кімнати, архіви, музеї), оскільки вони не залишають слідів після застосування. До них належать аргон, азот, вуглекислий газ та їх суміші, їхня дія полягає у зниженні концентрації кисню у повітрі до рівня, при якому горіння стає неможливим,
- порошкові вогнегасні суміші в першу чергу використовуються для гасіння пожежі в місцях з електрообладнанням яке перебуває під напругою: Універсальні засоби для гасіння пожежі класів А, В, С (горючі

гази) та Е (електрообладнання під напругою). Сучасні порошки є більш ефективними та менш шкідливими для – іншими засобами є хімічні та аерозольні, дія яких полягає в інгібуванні горіння. Вони застосовуються як у портативних вогнегасниках, так і в стаціонарних системах.

Можна відмітити постійний розвиток засобів пожежогасіння, яке

є результатом інтенсивних науково-дослідних розробок, спрямованих на підвищення ефективності, екологічності та безпеки протипожежних заходів. Вибір конкретного того чи іншого засобу пожежного захисту залежить від класу пожежі, характеристики об'єкту який піддається пожежному захисту, наявності обладнання та кваліфікації персоналу. Постійний розвиток технологій у цій сфері дозволяє сподіватися на створення ще більшої кількості досягнутих та надійних засобів боротьби з вогнем у майбутньому.

1.4. ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

- Розглянуто етапи розвитку засобів протипожежного захисту.
- Обгрунтовано особливості технічних рішень запропонованих для розробки вбудованої системи протипожежного захисту.
- Проаналізовано засоби пожежної профілактики.
- Зроблено детальний аналіз засобів контролю активної фази пожежі.
- Запропоновано технічні засоби для моніторингу фізичних параметрів для контролю пожежі при її активуванні та розростанні.
- Розглянуто протипожежні сенсори, які рекомендуються для використання у вбудованій системі протипожежного захисту.
- Обгрунтовано вибір сенсорів для моніторингу фізичних та хімічних параметрів що мають місце на різних етапах пожежі.

2. ОБГРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ВБУДОВАНОЇ СИСТЕМИ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ

2.1. Функціональне призначення вбудованої системи

Вбудована система протипожежного захисту є спеціалізованою процесорною системою, яка має відповідне апаратне та програмне забезпечення щоб виконувати функції ефетивного пожежного нагляду та пожежного гасіння (рис. 2.1).

У процесорній системі використовуються вхідні зовнішні пристрої – сенсори. які дозволяють вимірювати фізичні та хімічні фактори пов’язані з пожежним захистом. Сенсори створюють можливість контролювати

події заздалегідь до початку пожежі, безпосередньо в момент виникнення пожежі і протягом часу її активації.

Події що відбуваються заздалегідь до початку пожежі носять профілактичний характер. Їх значення дуже важливе, оскільки набагато легше недопустити виникнення пожежі, ніж потім усувати, як сваму пожежу, так і її наслідки.

Профілактичні дії періодично контролюються спеціальними службами протипожежного нагляду. Вбудована система дозволяє виконувати профілактичні дії у неперервному режимі моніторингу подій, які можуть стати причиною виникнення пожежі.

До важливих подій, які можуть стати причиною пожежі, належать іскріння, наявність горючих газів, низька вологість, підвищена температура в приміщенні де проводиться пожежний нагляд.

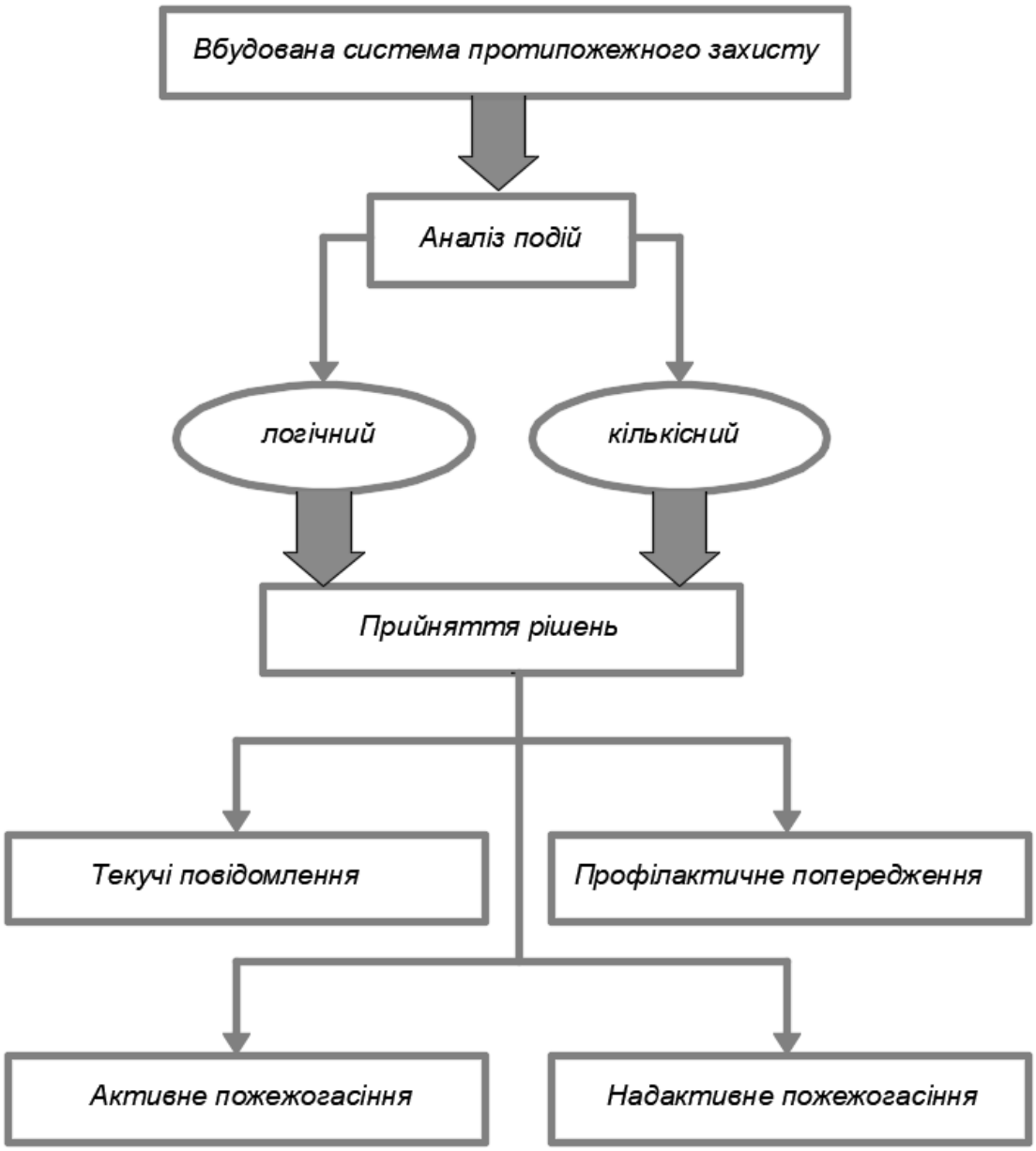


Рис. 2.1 Функціональний алгоритм вбудованої системи протипожежного захисту.

Для оцінки пожежних ризиків внаслідок тих чи інших подій проводится їх аналіз. Розгдядаються логічні по’язаності подій та їхні кількісні виміри.

Події що супроводжують безпосередній початок пожежі є поява диму, полум’я, локальних ділянок з підвищеною температурою, різка зміна температури в локальних ділянках, які контролюються.

Розгортання пожежі характеризується збільшенням визначеності вказаних признаків: диму, полум'я, температури.

Активування пожежі може супроводжуватися характерними ознаками. Це звукові ознаки: тріск, вибухи, шипіння тощо. Крім того мають місце теплові ознаки – різке підвищення температури в локальних ділянках горіння.

Для оцінки ризиків можна використовувати різні алгоритми обробки інформації. Наприклад, можна оцінити кожну подію пл десятибальній системі 1...10. Більші бали відповідають більшим ризикам.

Присвоювання балів необхідно проводити індивідуально для конкретного використання вбудованої системи длґ об'єкту Що піддається протипожежному захисту.

Сумарний ризик вираховується процесорною системою наступним чином. Кількісні виміпи дій що посилюють одна одну перемножаються, дії що мають незалежний вплив – додаються. Наприклад, при пожежній профілактиці максимальна межа впливу іскріння оцінюється як 5 балів. При вимірюванні внтенсивність іскріння складає 50% від максимально можливого, ризик впливу іскріння складе 5×0,5 = 2,5 балів.

Аналогічно проводимо обчислення ризиків для вогненебезпечних газів, зниженої вологості та підвищеної температури. Для прикладу можемо одержати наступні значення (табл 2.1).

Подібні алгоритми використовуються для всіх етапів пожежного нагляду:проілактики причин виникнення пожежі, виявлення появи пожеді, виявлення процесу активування пожежі.

Табл. 2.1. Кількісні виміри признаків пожежних профілактичних ризиків

Назва	Іскріння	Горючі гази	Вологість	Температура
Бали	2,5	3,0	1,5	2,0

Наявність іскріння посилює небезпечну дію горючих газів, тому ризики перемножаються: 2,5×3,0 = 7,5 балів.

Низька вологість посилює пожежний ризик підвищеної температури – ризики перемножаються: 1,5×2,0 = 3,0 балів.

Загальний ризик складе: 7,5 + 3,0 = 10,5 балів.

При складанні програмного коду задаються константи – порогові значення загального ризику, при яких активуються ті чи інші дії вбудованої системи: текучі повідомлення, попередження, заклик до вчинення негайних дій тощо.

Небхідні дії виконавчих пристроїв вбудованої системи задаються для всіх етапів протипожежного захисту:профілактики пожежі, активного гасіння початкових джереп пожежі, активного гасіння пожежі що розростається.

2.2. Функціональна структура вбудованої системи

Функціональна структура вбудованої системи протипожежного захисту представлена на рис. 2.2. Вона виконана по класичній структурній схемі процесорної системи.

Головною структурною одиницею є процесор вбудованої системи. Він взаємодіє із зонішніми пристроями процесорної системи: вхідними пристроями (сенсорами протипожежного спостереження), вихідним пристроями (актуаторами виконавчих дій, що виконуються пристроями протипожежного захисту).

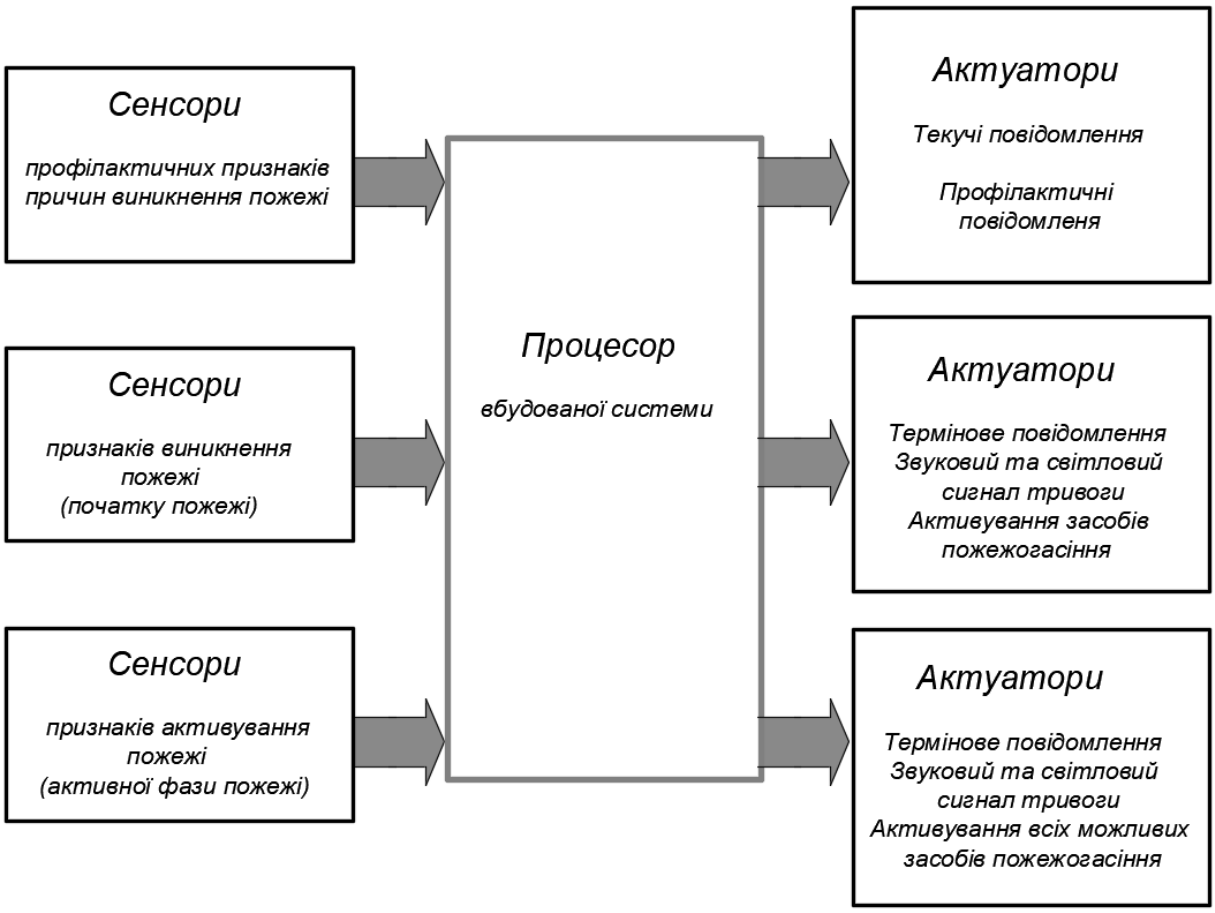


Рис. 2.2 Функціональна структура вбудованої системи протипожежного захисту.

У вбудованій системі використовується три групи сенсорів:

- для оцінки профілактичних признаків, які можуть стати причиною виникнення пожежі,
- для оцінки ознак появи пожежі,
- для оцінки признаків активування пожежі, переходу пожежі у активну фазу що супроводжується її розростанням.

Вбудована система може мати різну конфігурацію вхідних пристроїв. Це залежить від виду об’єкту який піддається протипожежному захисту, умов у приміщеннях об’єкту, побажань користувача.

Відповідно до конфігурації вносяться корективи у прогамне забезпечення вбудованої системи. Корективи вносяться кожного разу при заміні кількості та функцій установлених сенсорів, а також при

використанні сенсорів з іншими технічними характеристиками. У програмному забезпеченні необхідно враховувати ситуацію при появі нових умов у примщенні де проводиться протипожежний захист. Наприклад напочатку у приміщенні не використовувались балони з горючим газом. Появилася необхідність використання таких балонів. Це зумовлює потребу використовувати сенсори горючих газів і це стає причиною зміни апаратної та програмної конфігурації вбудованої системи.

Необхідні зміни у апаратному та програмному забезпеченні вбудованої системи протипожежного нагляду вносяться також при зміні кількості використовуваних сенсорів.

У вбудованій системі може використовуватися різна конфігурація вихідних виконавчих пристроїв (актуаторів). Вибір актуаторів залежить від необхідних задач протипожежного захисту.

Для різних етапів протипожежного захисту можуть використовуватися різні виконавчі пристрої, які виконують необхідні дії:

- генерування графічних, текстових, світлових, звукових повідомлень про текций стан протипожежного захисту і профілактичні пропозиції. Це відбувається на етапі профілактичного протипожежного нагляду.

- формуванн термінових повідомлень у всіх можливих видах (графічний, текстовий, світловий, звуковий) про появу пожежі, активування пристроїв що подають світлові та звукові сигнали тривоги, активування основних засобів автоматичного пожежогасіння, вказане відбувається на етапі появи пожежі,

- формуванн термінових повідомлень про текучий пожежний стан, інформування про потребу залучення додаткових засобів пожежогасіння, активування всіх наявних на об’єкті засобів пожежогасіння – відбувається на етапі активування, розгортання пожежі.

2.3.Обгрунтування функціонального вибору сенсорів для профілактики виникнення пожежі

Для профілактики виникнення пожежі у вбудованій системі використовуються чотири сенсори (рис. 2.3).

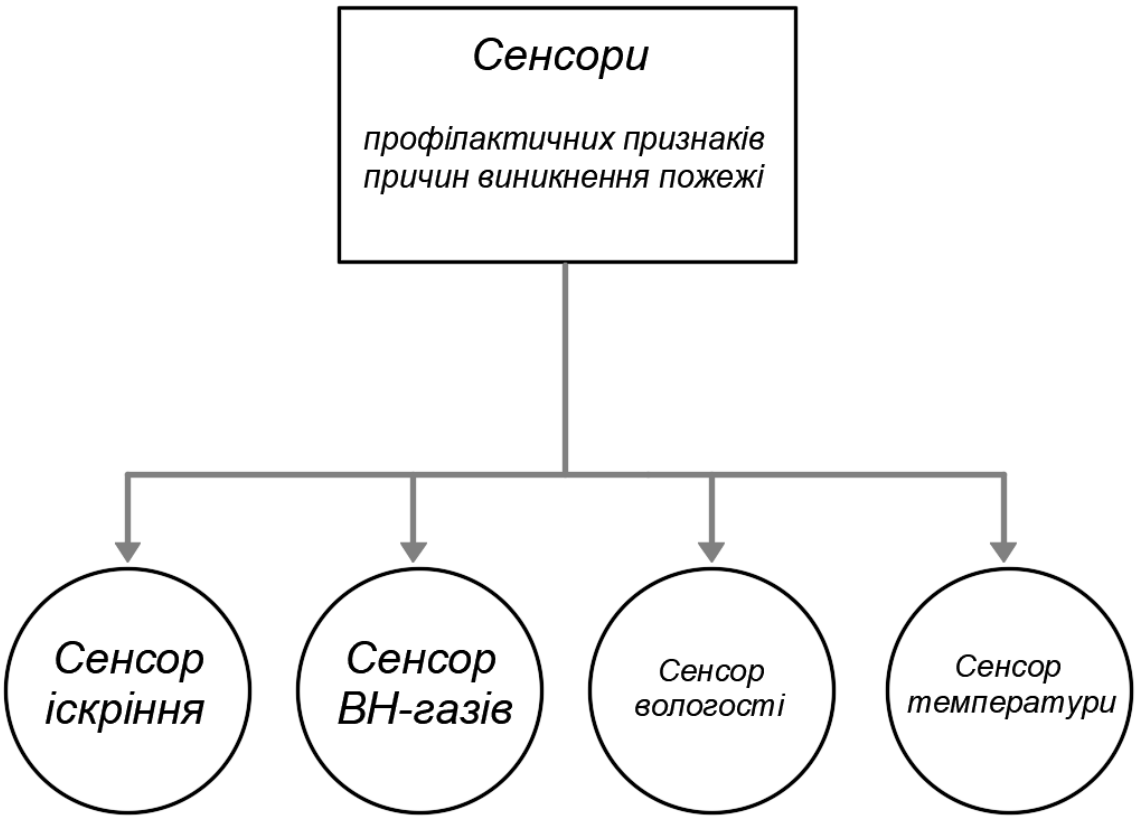


Рис. 2.3 Сенсори, які використовуються для моніторингу профілактичних ознак для недопущення виникнення пожежі.

Для моніторингу профілактичних ознак рекомендується використовувати чотири види сенсорів:

- сенсор іскріння, реагує на електричне іскріння що виникає при поганому контакті між електричною мережею та електричнми пристроями, або при короткому замиканні електричних проводів,

- сенсори вогненебезпечних (ВН) газів, вибираються для конкретних газів які використовуються у приміщенні, наприклад для природного газу метану або пропано-бутанових газових сумешей,

- сенсор вологості контролює критичне зниження вологості в приміщенні при якій зростає імовірність загорання матеріалів що використовуються у даному приміщенні,

- сенсор температури контролює критичне значення температури при якій зростає імовірність швидкого загорання та горіння матеріалів та предметів у приміщенні.

У вбудованій системі може використовуватися один або більше сенсорів кожного виду. Кількість використовуваних сенсорів визначається розмірами приміщення та його критичними зонами, які потребують найбільшого протипожежного нагляду.

Сенсори іскріння можуть розміщатися побизу контактних площадок, електричних розеток, вимикачів тощо.

Сенсори вогненебезпечних газів повинні розташовуватись поблизу балонів з газом, або у місцях перехідних з'єднань, ручок для перекритття газу. При цьому потрібно враховувати вагу газу у порівнянні з вагою повітря у приміщенні. Якщо вага газу буде перевищувати вагу повітря, вогненебезпечний газ буде поступово витікати та накопичуватись у найнижчих місцях приміщення. Саме в таких місцях найкраще ставити сенсор вогннебезпечних газів.

Сенсор вологості та сенсор температури потрібно ставити якомога ближче до центральної частини приміщення у затіненій частині, так щоб недопустити попадання на сенсори прямих сонячних променів.

Всі використовувані сенсори потребують періодичного тестування. При невідповідності номінальним технічним характеристикам такі сенсори замінюють.

2.4. Функціональна обгрунтування вибору сенсорів признаків виникнення пожежі

Виникнення пожежі характеризується певними характерними признаками: появою диму, полум’я, зміни температури у приміщенні, появі локальних місць з швидким підвищенням температури. Для виявлення факторів що вказують на появу пожежі можна використовувати різні види сенсорів (рис. 2.4).

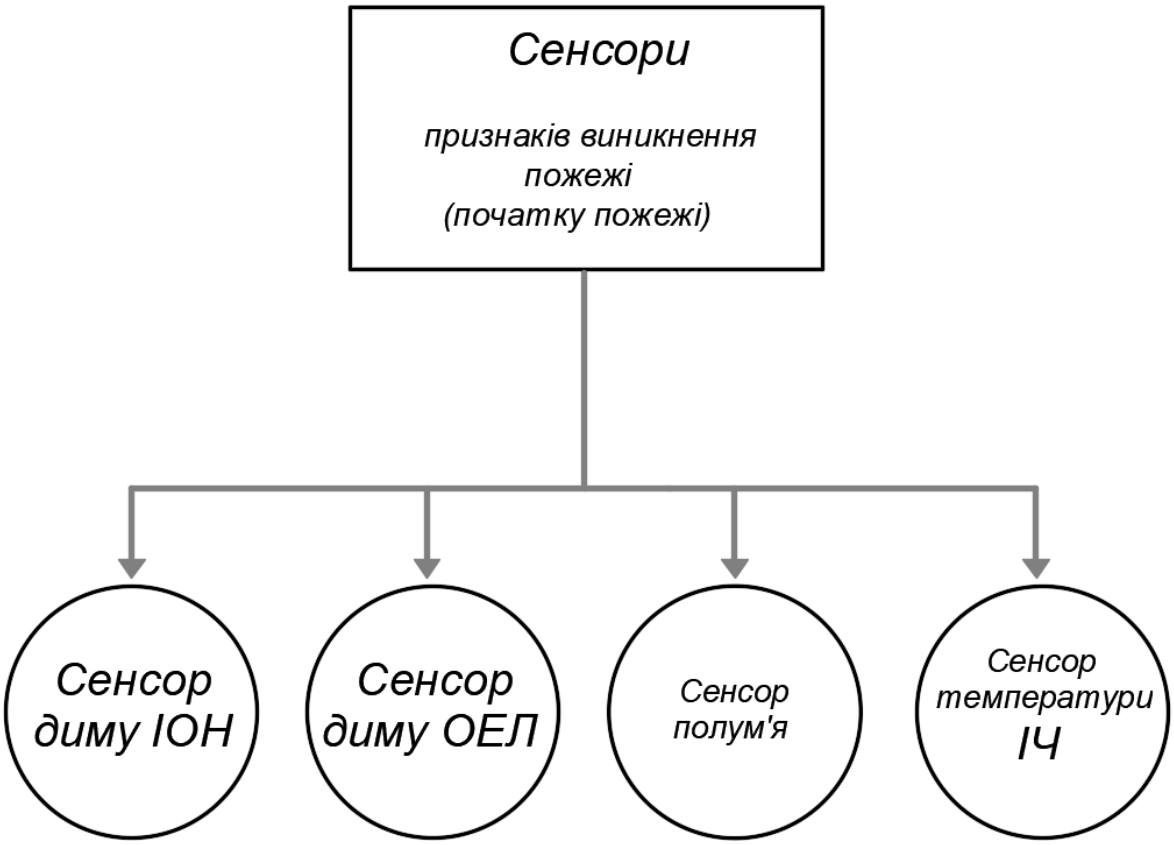


Рис. 2.4 Сенсори, які використовуються для виявлення признаків появи пожежі.

Види сенсорів вибирають відповідно до задач протипожежного захисту. Наприклад для виявлення диму можна використовувати сенсори диму іонізаційного типу (ІОН), сенсори диму оптоелектронного типу. При виборі сенсорів необхідно враховувати умови переміщення диму у приміщенні , наявніст перегородок що будуть впливати на русло диму.

Щоб уникнути «мертвих» зон для контролю наявності диму рекомендується використовувати різні типи сенсорів і збільшувати їх кількість з метою надійного реагування на появу диму.

Залежно від мети використання приміження перевагу надають певному типу сенсорів диму. Для приміщень в яких перебувають люди рекомендується використовувати оптоелектронні сенсори диму.

В промилових виробничих приміщеннях, складах, приміщенянях з високими стелями можуть використовуватись сесори диму іонізаційного типу. Потрібно враховувати швидкість переміщення диму віджерела загорання до сенсорної точки спостереження. Таке переміщення займе деякий час, тому обов'язково крім сенсорів диму потрібно використовувати інші сенсори що реагують на наявність джерела пожежі, напориклад сенсори полум'я.

Сенсори полум'я практично безінерційні, вони реагують на випромінення що виникає при горінні. Це випрмінення відбувається в широкому спектрі – від інфрачервоного до ультрафіолетового. Залежно від матеріалів що можуть загорітися буде мінятися спектральний розподіл що характеризує полум'я. Для надійності найкраще використовувати комбінації різних сенсорів полумя що мають відповідні чутливості у спектрах випромінення і можуть сумарно охопити повний спектр випромінення.

Потрібно враховувати що при використанні сенсорів полум'я, які працюють у видимому діапазоні світла, на них можуть впливати завади від зовнішних джеред світла, природнього або штучного походження.

Сенсори температури повинні бути низькоінерційними реагувати на швидкі зміни температури у приміщенні. При виборі сенсорів температури потрібно враховувати напрямки поширення теплової енергії від джереда загорання. Теплова енергія може передаватися контактним способом, конвекцією повітря або інфрачервоним випроненням.

Найбільш доцільно використовувати сенсори для дистанційного вимірювання температури за рахунок інфрачервоного випромінювання. Їх

бажано доповнити сенсорами. які міряють температуру конвекційних потоків повітря.

Будь-яка пожежа характеризується великою кількістю ознак. Ці ознаки часто корелюються для певних видів пожежі. Використання великої кількості різних видів сенсорів і відповідна логічна та кількісна оцінка даних з цих сенсорів суттєво підвищують надійність реагування на появу ожежі і створює можливість її класифікації. Крім цього зменшується ризик хибних тривог при відсутності пожежі.

2.5. Функціональна обгрунтування вибору сенсорів признаків активування пожежі

Активування пожежі має характерні ознаки. Це швидке зростання температури, особливо в джерелі загорання, розростання пожежі у різних напрямках, поява та збільшення потоків нагрітого повітря та диму, поява характерних звуків що супроводжують процес горіння.

Всі названі ознаки потрібно враховувати для забезпечення ефективного автоматичного гасіння пожежі. Достовірна оцінка пожежі, визначення можливих матеріалів що приймають участь у процесі горіння дозволять вибрати відповідний вогнегасний матеріал та спосіб гасіння. Крім того необхідно враховувати особливості приміщень в яких проводиться гасіння: наявність електропроводів що перебувають під електричним струмом, наявність вибухонебезпечних та вогненебезпечних речовин, цінних предметів і матеріалів тощо.

Для того щоб вибрати відповідний алгоритм гасіння та вогнегасні матеріали вбудована системо проводить збір інформації від всіх наявних сенсорів системи пожежогасіння. При цьому потрібно враховувати що частина сенсорів може потрапити у зону пожежі і втратити свою функціональну придатність, тому потрібно використовувати додаткові

сенсори, які виявлять признаки активування пожежі і дозволяють проводити моніторинг активної фази пожежі (рис. 2.5).

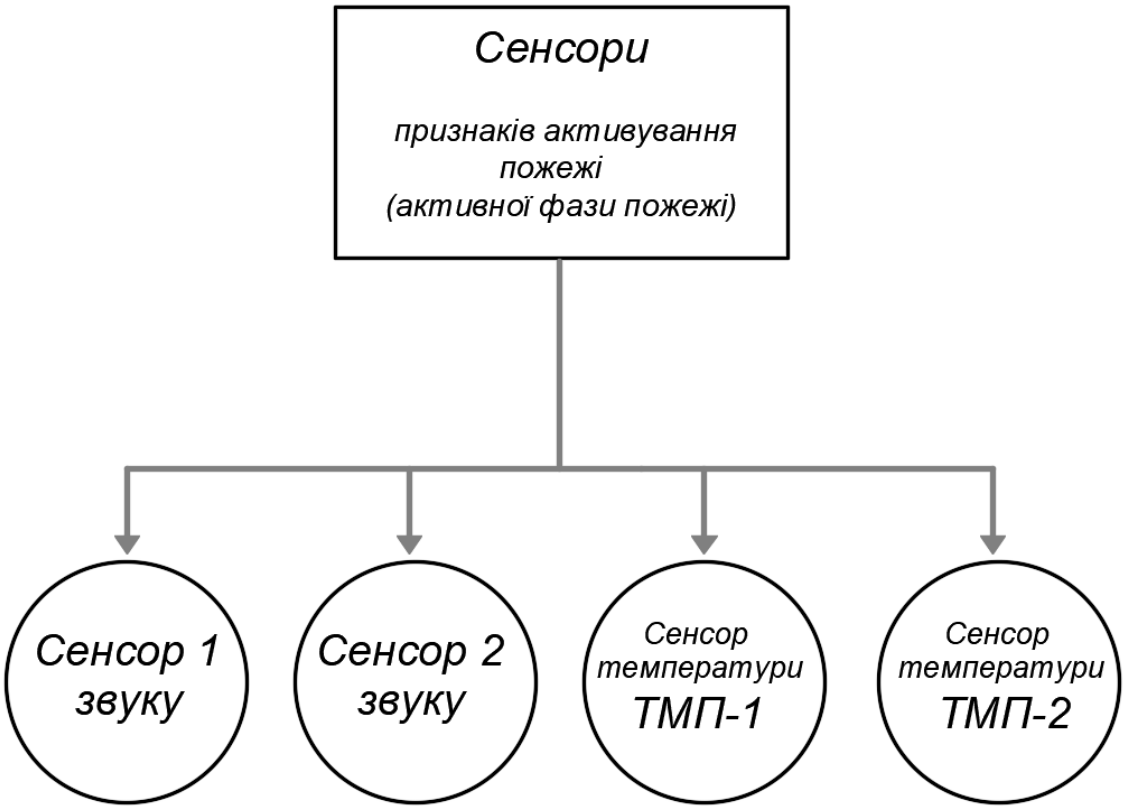


Рис. 2.5 Сенсори, які використовуються для виявлення признаків активування пожежі.

Для моніторингу активної фази у вбудованій системі протипожежного захисту можуть використовуватись два види сенсорів здатних працювати у жорстких умовах активної фази пожежі. Це сенсори звуку та сенсори температури стійкі до її високих значень.

Сенсори звуку можуть працювати на відстані недоступній до впливу активної фази пожежі. При горінні можуть появлятися характерні звуки: шипіння, потріскування, вибухи тощо. Ці звуки будуть мінятися в процесі розгортання пожежі. Аналіз цих звуків та особливостей їх поведінки в процесі активної фази дозволить вибрати оптмальний алгоритм гасіння та

оптимальні матеріали, які дозволять швидко та ефективно погасити пожежу і мінімізувати шкоду яка виникла в результаті дії факторів пожежі та дії вогнегасних речовин.

В ролі сенсорів температури призначених для контролю активної фази пожежі рекомендується використовувати термопари що мають відкриту чутливу частину і стійкий до пожежі корпус. Такі сенсори можуть бути у різних місцях приміщення, реагувати на температуру в широкобу діапазоні від десятків до кількох тисяч градусів. Використання таких сенсорів дозволить забезпечити надійну оцінку температурних факторів, напрямкі поширення вогню у будь-якій критичні ситуації яка може спостерігатися при пожежі.

2.6. Функціональна схема вбудованої системи протипожежного захисту

Функціональна схема вбудованої системи протипожежного захисту показана на рис. 2.6. Це процесорна система, яка складається з двох структурних частин:

- вхідний блок збирання та передавання інформації,
- вихідний блок обробки та представлення інформації про ризики появи або наявність пожежі в об'єкті пожежного нагляду.

Вхідний та вихідний блок можуть бути рознесені між собою на бажану відстань. Для передавання інформації можна використовувати дротовий або бездротовий зв'язок.

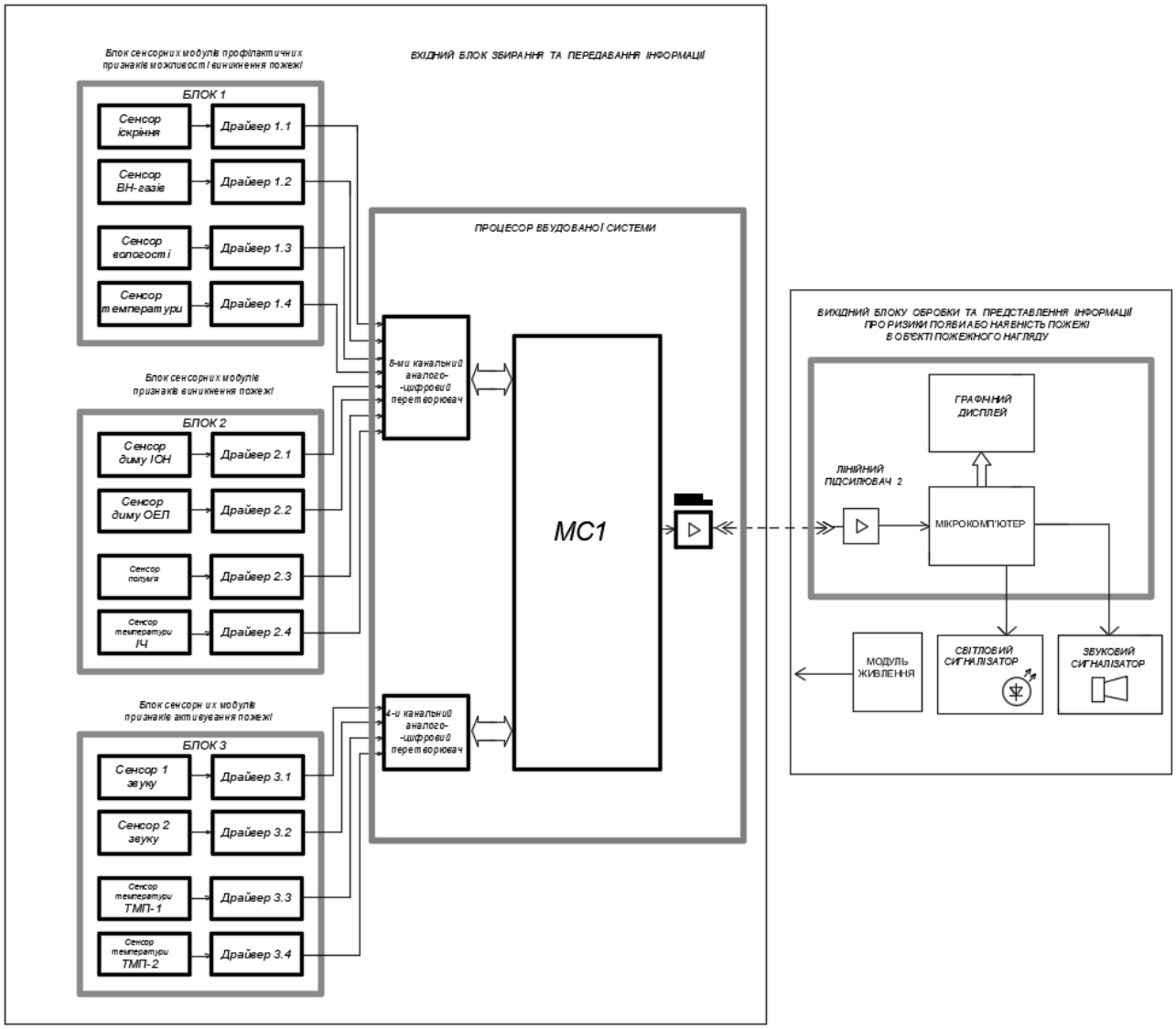


Рис. 2.6 Функціональна схема вбудованої системи протипожежного захисту.

У даному випадку використовується дротовий зв'язок. Дя використання бездротового зв'язку у вхідному та вихідному блоках потрібно додатково використати модеми бездротового зв'язку.

Вхідний блок розтащовується безпосередньо на об'єкті пожежного нагляду.

Вихідний блок розташовується у зручному для спостереження місці поблизу об'єкту пожежного нагляду, так щоб забезпечити зручність подавання сигналів управління для пристроїв пожежогасіння.

У вбудованій системі використовується три групи сенсорних модулів:

- блок сенсорних модулів профілактичних признаків можливості виникнення пожежі,
- блок сенсорних модулів признаків виникнення пожежі,
- блок сенсорних модулів признаків активування пожежі.

У кожний блок входить по чотири сенсорних модулів. Кожний сенсорний модуль складається з сенсора та відповідного драйвера, який узгоджує вихідні електричні характеристики сенсора з вхідними електричними характеристиками процесора вбудованої системи.

У блоці 1 – сенсорних модулів профілактичних признаків можливості виникнення пожежі використовуються наступні сенсори:

- сенсор іскріння,
-сенсор вогненебезпечних (ВН) газів,
-сенсор вологості,
-сенсор температури.

Для цих сенсорів використовуються відповідно драйвери 1.1 – 1.4. У блоці 2 – сенсорних модулів признаків виникнення пожежі використовуються наступні сенсори:

- сенсор диму іонізаційного типу (ІОН),
-сенсор диму оптоелектронного типу,
-сенсор вологості,
-сенсор дистанційного вимірювання температури наоснові інфрачервоного (ІЧ) випромінюваннятемпературі.

Для цих сенсорів використовуються відповідно драйвери 2.1 – 2.4.

У блоці 3 – сенсорних модулів признаків активування пожежі використовуються такі сенсори:

- сенсор 1 звуку,
-сенсор 2 звуку,
-сенсор 1темпеоратури на термопарі (ТМП-1)
-сенсор 2 температури на термопарі (ТМП 2).

Для вказаних сенсорів використовуються відповідно драйвери 3.1 – 3.4.

Вихідні сигнали з чотирьох сенсорних модулів блоку профілактичних признаків можливості виникнення пожежі та вихідні сигнали з чотирьох сенсорних модулів блоку признаків виникнення пожежі поступають на вхід восьмиканального аналого-цифрового перетворювача, розміщеного на платі процесора вбудованої системи.

Вихідні сигнали з чотирьох сенсорних модулів блоку модулів признаків активування пожежі поступають на вхід чотириканального аналого-цифрового перетворювача, розміщеного на платі процесора вбудованої системи.

Аналого-цифрові перетворюють аналогові сигнали з виходів драйверів у цифрові сигнали (цифрові дані) які поступають на плату процесора МС1.

Цифрові дані заносяться в память процесора, зберігаються і використовуються для обробки та аналізу інформації, прийняття відповідних рішень і передавання сигналів управління по лінії на вихідний блок обробки та представлення інформації про ризики появи або наявність пожежі на об'єкті пожежного нагляду.

Для узгодження вихідних сигналів з блоку збирання та передавання інформаціїсигналів з лінією використовується лінійний підсилювач 1.

Вихідний блок обробки та представлення інформації являє собою процесорну систему, яка підпорядкована процесорній системі вхідного блоку збирання та передавання інформації пожежного нагляду.

Сигнал з вхідного блоку через лінію поступає на лінійний підсилювач 2, розміщений на платі мікрокомп'ютера (мікроконтролера) вихідного блоку. Вказана плата являє собою модуль що містить додатково графічний дисплей для представлення інформації пожежного нагляду.

Мікрокомп'ютер формує сигнали управління для активування виконавчих пристроїв протипожежного захисту, сітловий сигналізатор, звуковий сигналізатор. Додатково паралельно до цих пристроїв можна під'єднувати виконавчі пристрої пожежогасіння.

2.7. ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

- Розглянуто функціональне призначення вбудованої системи протипожежного захисту.
- Запропоновано функціональну структуру вбудованої системи протипожежного захисту.
- Обгрунтовано функціональний вибір сенсорів для профілактики виникнення пожежі.
- Зроблено функціональне обгнунтування вибору сенсорів признаків виникнення пожежіє
- Зроблено аналіз засобів контролю активної фази пожежі і запропоновано відповідні сенсори для моніторингу вказаної фази.
- Розроблено функціональну схему вбудованої системи протипожежного захисту.
- Розглянуто особливості структурних блоків функціональної схеми.
- Запропоновано технічні засоби для реалізації стуктурних блоків функціональної схеми вбудованої системи протипожежного захисту.

3.ПРИНЦИПОВІ СХЕМИ ВБУДОВАНОЇ СИСТЕМИ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ

3.1. Сенсор іскріння для профілактичного протипожежного спостереження

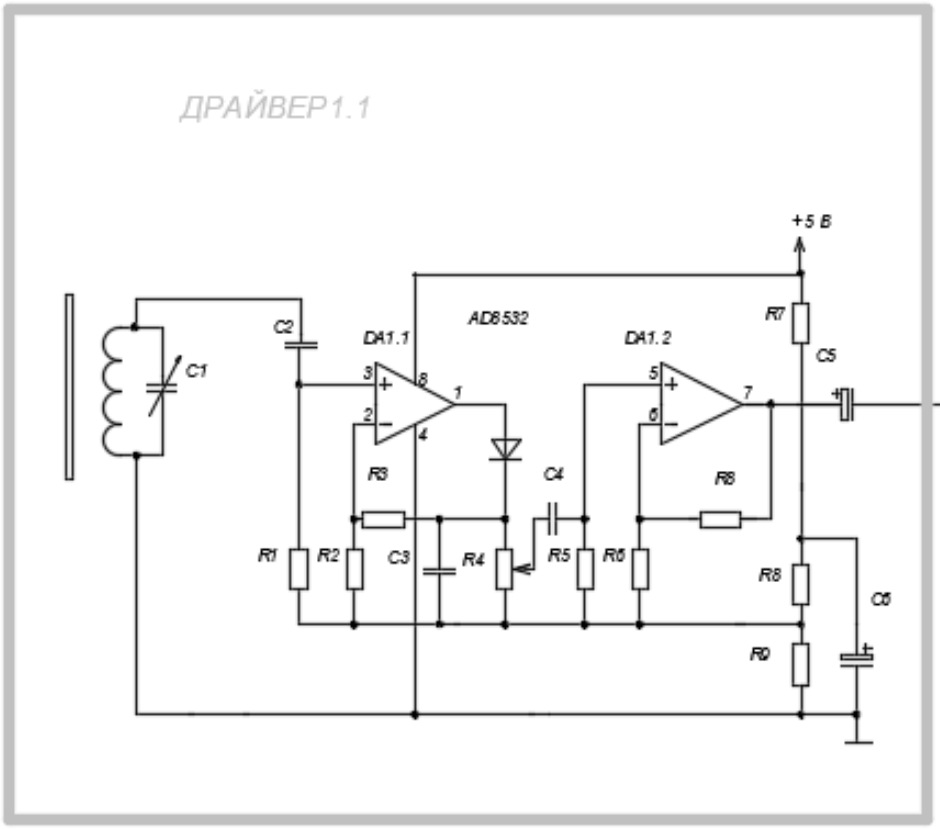
Електрична іскра - це потік заряджених частинок (електронів), які дуже швидко прискорюються і сповільнюються в процесі розряду.

Згідно з законами електродинаміки, будь-яка прискорена заряджена частинка випромінює електромагнітні хвилі. Радіохвилі є однією з форм електромагнітного випромінювання. Іскровий розряд зазвичай генерує імпульси електромагнітного поля з дуже широким спектром частот, включаючи радіочастоти. Наявність радіочастот що виникають при електричному іскрінні покладено в основу роботи сенсора іскріння (рис. 3).

Сенсор іскріння має вхідний паралельний радіочастотний контур що складається з котушки намотаної на феритовий стержень і змінного конденсатора С1.

Феритовий стержень виконує роль феритової антени і є чутливим елементом сенсора. Радіохвилі збуджують у феритовому стержні змінне магнітне поле , яке індукує у паралельнму коливальнму контурі змінний електричний радіосигнал.

За допомого змінного конденсатора паралельний контур налаштовується на приймання радіохвиль у смузі найбільш інтенсивних радіочастот що виникають при електричному іскрінні.



					Магістерська кваліфікаційна робота		
					ТРМ-25.100.27 ЕЗ		
Зм Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Сенсор іскріння з драйвером	Літ.	Маса	Масшт.
Дипломн.	Тетерка А.Ю.				Д		1:1
Керівн.	Вус Б.С.				Аркуш	Аркушів	
Консульт.	Вус Б.С.			Рис.3 Схема принципова електрична	НУ"ЛП", ІТРЕ каф. ЕЗІКТ, ТРМ-25		
Рецензн.							
Зав. каф.	Романишин Ю.М.						

Радіосигнал з паралельного коливального контуру поступає на підсилювач високої частоти, виконаний на інтегральній мікросхемі операційного підсилювача DA1.1. За допомогою резисторів R2, R3 задають підсилення вказаного операційного підсилюввача.

Радіочастотний сигнал маєнизькочастотну модуляцію по амплітуді, яка характерна для процесу іскріння. Детектор на діоді включеному до виходу операційного підсилювача DA1.1 виділяє амплітудну низькочастотну складову з високочастотного радіосигналу.

Низькочастотний сигнал фільтрується від залишків сигналу радіочастоти конденсатором C3 і через потенціометр R4 та конденсатор C4 поступає на підсилювач низької частоти виконаний на операційному підсилювачі DA1.2.

Для сенсора можна використовувати різні операційні підсилювачі здатні працювати у необхідному діапазоні части, наприклад інтегральну мікросхему AD8532 , яка має у своєму корпус два операційні підсилювачі.

У оперційних підсилювачах використовується однополярне живлення напругою 5 В з розщепленням для отримання середньої. Для розщеплення використовується подільник напруги на резисторах R8,R9.

Вихідний сигнал з сенсора іскріння поступає на процесор вбудованої системи.

Модуль сенсора має герметичний корпус і його розміщують на найближчій можливій віддалі ві потенційних джерел іскріння, щоб зменшити впливи радіочастотних завад.

3.2. Сенсор вогненебезпечних газів для профілактичного протипожежного спостереження

Для вимірювання концентрації горючих газів (метан, пропан, бутан, пропано-бутанова суміш) у повітрі приміщення з метою профілактики виникнення пожежі рекомендується використовувати

напівпровідниковий сенсор газів TGS813, який має спеціалізоване призначення – вимірювати концентрацію у повітрі вказаних вище вогненебезпечних газів.

Сенсор дозволяє вимірювати концентрацію вогненебезпечних газів та їх сумішей (метан, пропан, бутан) з типовим значенням 500 - 10000 ppm, що нижче 1 - 25% нижньої межі вибуховості.

Сенсор має компактний розмір: діаметр близько 9,2 мм, висота близько 7,8 мм, та малу вагу, приблизно 1.2 г, може працювати у діапазоні температур: мінус 40 ~… +70 °С.

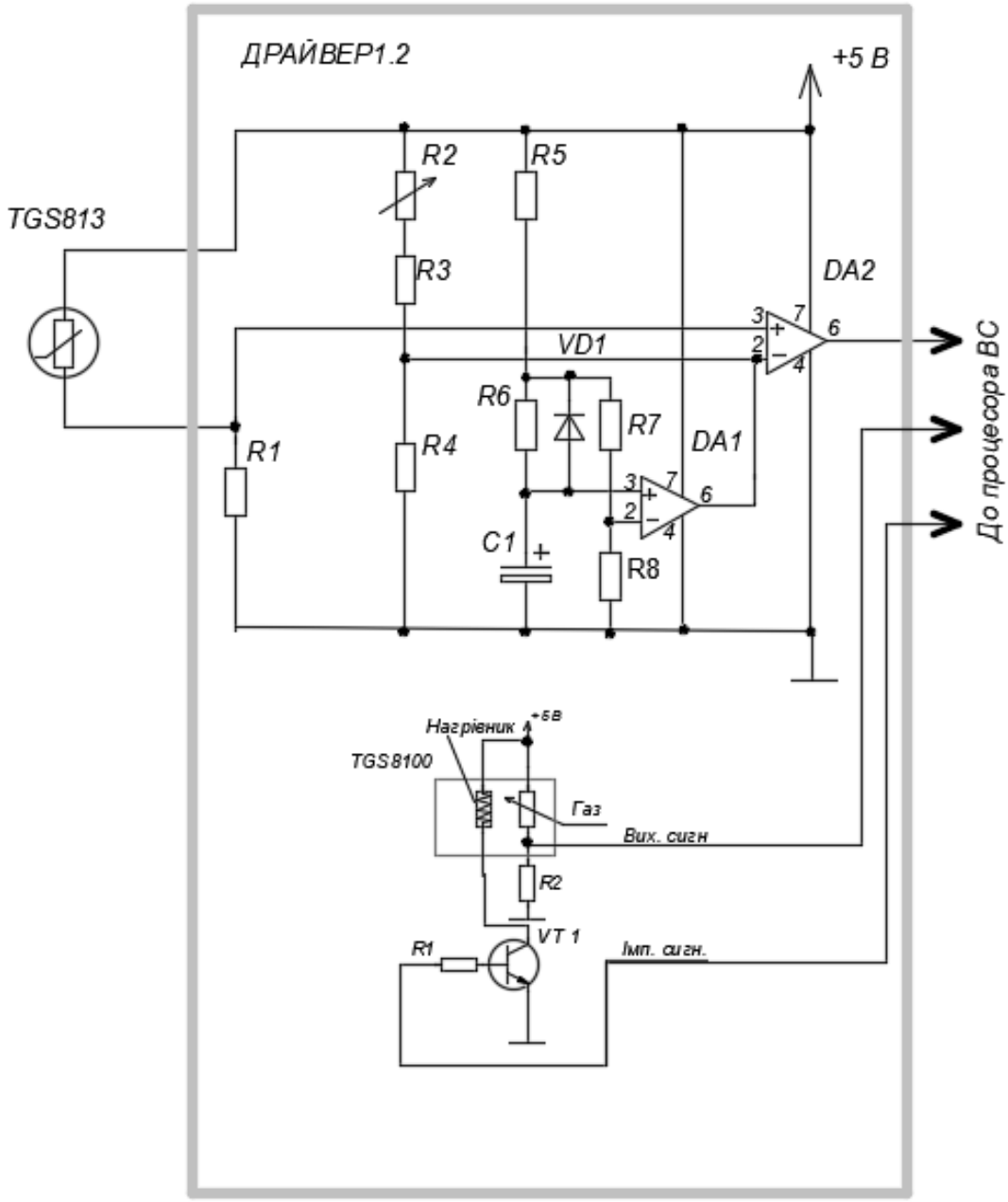
Також у вбудованій системі протипожежгного захисту можна використовувати для вимірювання концентрації у повітрі вогненебезпечного газу метану напівпровідниковий сенсор TGS8410. Цей сенсор виготовляється на основі MEMS-технології і розроблений спеціально для виявлення метану.

Сенсори TGS 813, TGS8410 використовують чутливий елемент з напівпровідникового матеріалу – оксиду олова (SnO2), який змінює свою провідність під впливом горючих газів. У чистому повітрі його провідність низька, але в присутності газу вона зростає пропорційно до концентрації газу.

Зміна провідності перетворюється на вихідний електричний сигнал, який може бути оброблений для виявлення небезпечного рівня газу.

Схема включення напівпровідникового сенсора в електричне коло показана на рис. 4.

Вимірювальне коло забезпечує підсилення відносної зміни вихідного сигналу сенсора TGS і складається з двох інтегральних мікросхем – операційних підсилювачів DA1, DA2. Операційний підсилювач DA2 забезпечує каліброване підсилення вихідного сигналу. Операційний підсилювач DA1, використовується в колі що забезпечує.



					Магістерська кваліфікаційна робота		
					ТРМ-25.100.27 ЕЗ		
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Сенсор вогненебезпечних (ВН) газів з драйвером	Літ. Д	Маса	Масшт. 1:1
Дипломн.		Тетерка А.Ю.				Аркуш	Аркушів
Керівн.		Вус Б.С.					
Консульт.		Вус Б.С.			Рис.4 Схема принципова електрична	НУ"ЛП", ІТРЕ каф. ЕЗІКТ, ТРМ-25	
Рецензн.							
Зав. каф.		Романишин Ю.М.					

компенсацію температурних змін та зміни напруги живлення. Це створює можливість суттєво підвищити точність та стабільність роботи схеми.

Сигнал для температурної компенсації формується колом, яке складається з послідовно включених резисторів R2, R3, R4. В цьому колі температурозалежний резистор R2 використовується для термокомпенсації. Резистори R5, R6, R7 формують коло, яке забезпечує сигнал для компенсації впливу флюктуацій напруги живлення. При цьому також компенсуються впливи на кола живлення різного роду частотних завад. Для усунення частотних завад використовується конденсатор C1. Сигнал з виходу DA1 додається до сигналу кола R2, R3, R4 на інвертуючому вході інструментального підсилювача DA2.

Чутливий елемент напівпровідникового сенсора реагує на газ завдяки поглинанню (абсорбції) частинок газу з повітря. Цей процес відбувається при нагрітій до 400 ^{o}C чутливій поверхні сенсора. Для нагріву використовується нагрівник включений в коло електронного ключа на біполярному транзисторі VT1.

Нагрів чутливої поверхні виконується тільки на час вимірювання. Для цього через резистор R1 базу біполярного транзистора подають сигнал у виді імпульса. Цей игнал подається з процесора вбудованої системи.

На процесор подаються вихідні сигнали з сенсора, прямий та підсилений.

3.3. Сенсор вологості повітр'я для профілактичного протипожежного спостереження

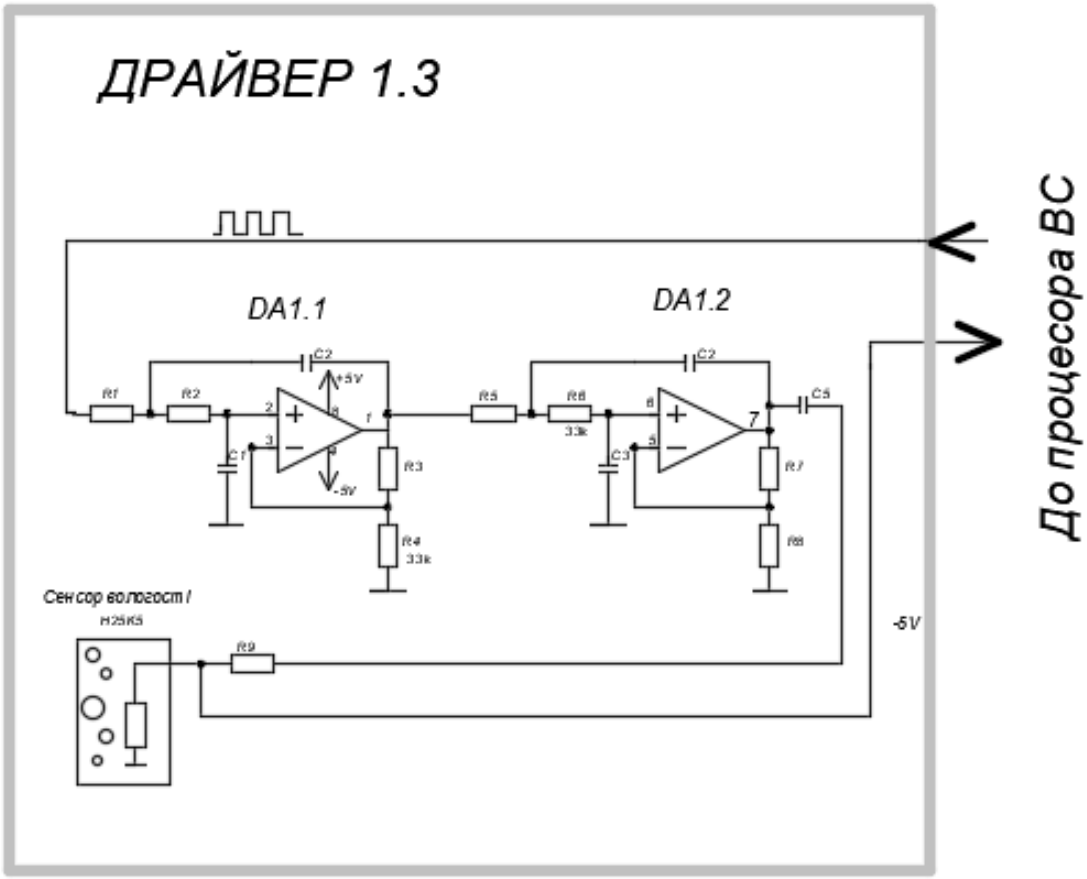
Вологість повітря повинна враховуватись при профілактичних заходах протипожежної безпеки. Сухе повітря висушує матеріали у

приміщенні і в них зростає імовірність більш швидкого загоряння та інтенсивного горіння

Для вимірювання вологості повітря у приміщенні можуть використовуватися сенсори різних типів: ємнісні, резистивні, термічні. Вибір типу сенсора проводиться залежно від виду приміщення, умов його використання і т. інш.

На рис. 5 показана схема підключення в електричне коло будь-яких резистивних або ємнісних сенсорів вологості. Для цього використовується кондуктометричний метод вимірювання на основі використання синусоїдального сигналу в колі вимірювання.

Для одержання синусоїдального сигналу використовують смуговий фільтр виконаний на операційних підсилювачах DA1.1, DA1.2.



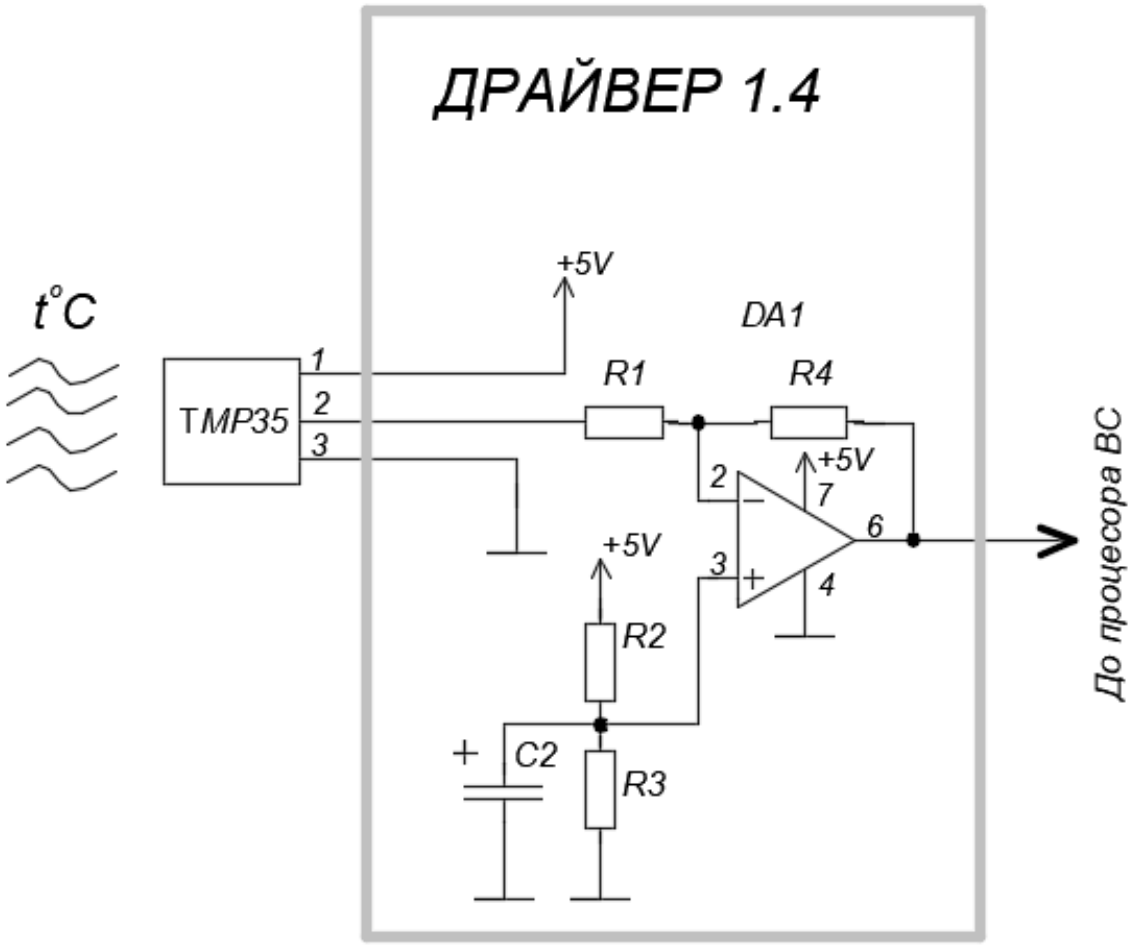
					Магістерська кваліфікаційна робота		
					ТРМ-25.100.27 ЕЗ		
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Сенсор вологості повітря з драйвером	Літ. Д	Маса	Масшт. 1:1
Дипломн.		Тетерка А.Ю.						
Керівн.		Вус Б.С.				Аркуш	Аркушів	
Консульт.		Вус Б.С.			Рис.5 Схема принципова електрична	НУ"ЛП", ІТРЕ каф. ЕЗІКТ, ТРМ-25	
Рецензі.							
Зав. каф.		Романишин Ю.М.					

На вхід смугового фільтра з процесора вбудованої системи подають прямокутний імпульсний сигнал. Фільтр виділяє з цього сигналу основну синусоїдальну гармоніку яка проходить через коло подільника напруги утвореного чутливим елементом сенсора вологсті та резистором R9/

Сигнал з подільника напруги, пропорційний вимірюваній вологості , подається на процесор вбудованої системи.

3.4. Сенсор температури повітря для профілактичного протипожежного спостереження

Контроль температури у різних зонах приміщення є важливим протипожежним профілактичним заходом. Для цієї задачі в магістерській кваліфікаційній роботі пропоеується використовувати сенсор температури TMP35. Для узгодження вихідного сигналу сенсора з процесором вбудованої системи використовується драйвер у виді підсилювача. Сенсор разом драйвером кріпляться на окремій платі у виді модуля. Принципова схема сенсора температури повітря з драйвером 1.4 показана на рис.6.



					Магістерська кваліфікаційна робота		
					ТРМ-25.100.27 ЕЗ		
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Сенсор температури повітря з драйвером	Літ. Д	Маса	Масшт. 1:1
Дипломн.		Тетерка А.Ю.				Аркуш	Аркушів	
Керівн.		Вус Б.С.						
Консульт.		Вус Б.С.			Рис.6 Схема принципова електрична	НУ"ЛП", ІТРЕ каф. ЕЗІКТ, ТРМ-25		
Рецензн.								
Зав. каф.		Романишин Ю.М.						

Для підсилення сигналу з виходу сенсора температури використовується операційний підсилювач DA1. Вихідний сигнал сенсора через резистор R1 поступає на інвертуючий вхід 2 операційного підсилювача. Підсилення задається співвідношенням опорів резисторів R2, R3. Резистори мають однаковий опір, R2=R3 і утворюють середню точку з напругою 2,5 В. Конденсатор C2 використовується для нейтралізації можливих частоних завад. Живлення сенсора та операційного підсилювача однополярне, з нпругою 5 В.

Використання сенсора температури TMP35 дуже корисним для протипожежної профілактики. Сенсор має лінійний вихід і високу точність що створює добру можливість виявляти зони підлвищення температури повітря у приміщенні і тим самим виявляти критичні зони що несуть пожежну небезпеку.

Для моніторингу критичних зон модуль з сенсором TMP35 розміщають у місцях, де існує підвищений ризик займання або перегріву, наприклад:

Електричні щити та розетки.

Двигуни та інші механізми, що нагріваються під час роботи.

Складські приміщення з легкозаймистими матеріалами.

Кухні та зони приготування їжі.

Димоходи та печі (з урахуванням високих температур, можливо, знадобитися захисний кожух або інший тип сенсора для високих високих температур, оскільки TMP35 підходить для вимірювання температури в діапазоні від -40°C до +125°C.).

Використання модуля з сенсором температури TMP35 дозволяє також проводити моніторинг швидкості зміни (зростання) температури.

Різке зростання температури протягом короткого періоду часу може бути ознакою швидкого розвитку пожежі.

Для забезпечення надійності системи протипожежної профілактики рекомендується використовувати декілька сенсорів у різних критичних зонах.

Використання сенсора TMP35 з драйвером, виконаного у виді модуля, дозволить встановлювати його у різних критичних зонах приміщення з метою підвищення надійності протипожежної профілактики.

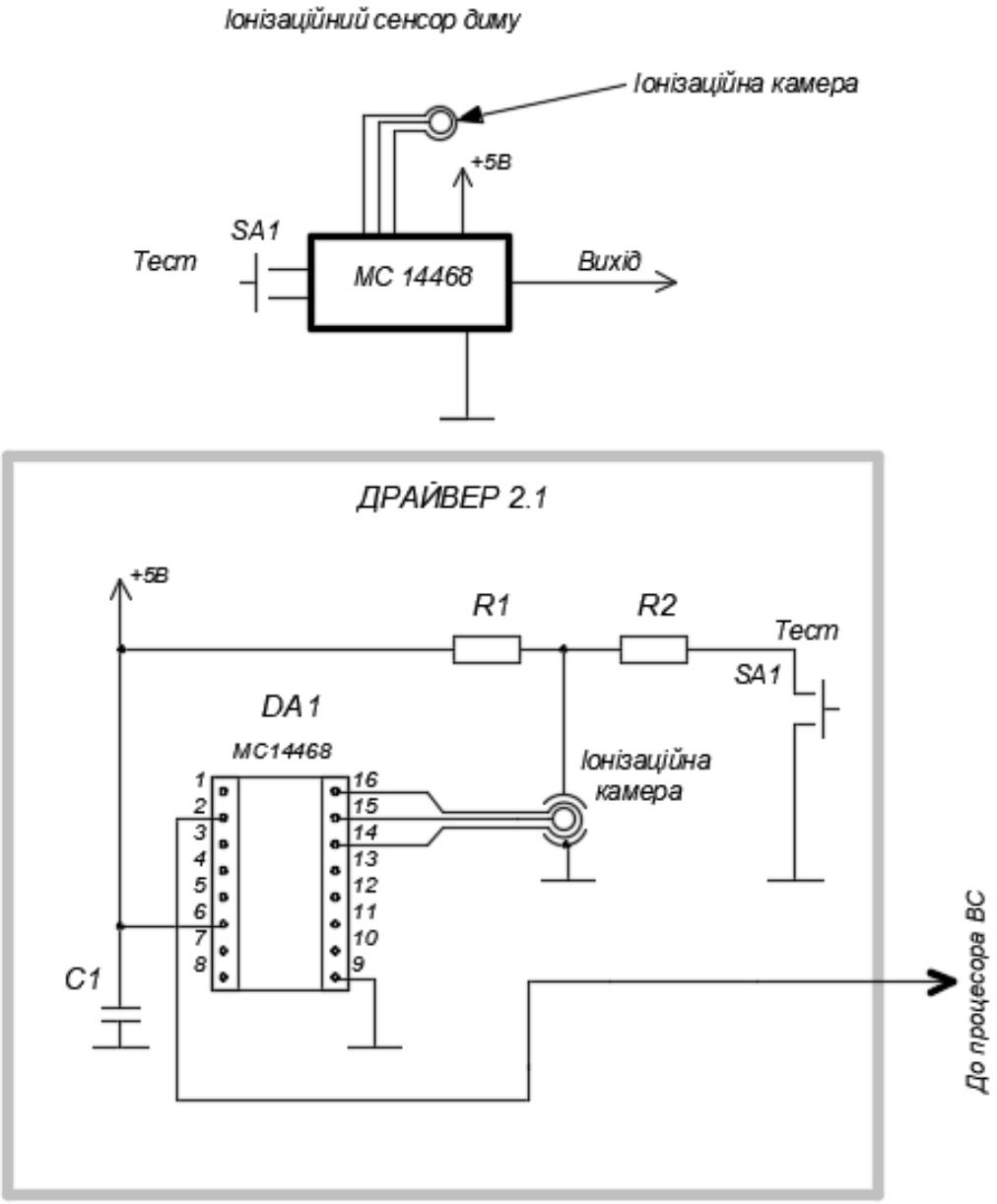
3.5. Сенсор диму іонізаційного типу для виявлення признаків пожежі

Іонізаційні сенсори диму є одними з найпоширеніших типів сенсорів, які використовують для виявлення пожежі. Їхня робота обґрунтовується на принципі іонізації повітря. У внутрішньому частині сенсора міститься невелика кількість радіоактивного матеріалу (найчастіше америцій-241), який випромінює альфа-частинки. Ці частини іонізують молекули повітря, створюючи позитивні та негативні іони. Завдяки цим іонам між двома електродами в камері сенсора протікає невеликий електричний струм.

При потраплянні в камеру частинок диму, вони прикріплюються до іонів, зменшуючи їх кількість і, відповідно, зменшуючи електричний струм між електродами. Цей струм порівнюється із заданим пороговим значенням. Коли він падає нижче порогового значення відбувається спрацьовування сенсора.

Іонізаційний сенсор диму показаний на рис. 7. Він виконаний на основі інтегральної мікросхеми MC14468.

Мікросхема має вхідний компаратор з польовим транзистором (FET), який підсилює слабкий струм, що генерує іонізаційна камера при виявленні диму. Для зменшення впливу зовнішніх перешкод та



					Магістерська кваліфікаційна робота		
					ТРМ-25.100.27 ЕЗ		
					Сенсор диму іонізаційного типу з драйвером	Літ.	Маса	Масшт.
Зм Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			Д		1:1
Дипломн.	Тетерка А.Ю.					Аркуш	Аркушів	
Керівн.	Вус Б.С.							
Консульт.	Вус Б.С.				Рис.7 Схема принципова електрична	НУ"ЛП", ІТРЕ каф. ЕЗІКТ, ТРМ-25	
Рецензн.							
Зав. каф.	Романишин Ю.М.						

підвищення стабільності роботи сенсора у ньому використовуються захисні виводи з обох боків входу детектування, а також вхідні захисні діоди, які забезпечують захист від ушкоджень у разі неправильного підключення або електростатичного розряду.

Встановлений заводський поріг спрацьовування можна змінювати за допомогою зовнішнього резистора R1. Для тестування сенсора використовується коло утворене резистором R2 та кнопкою SA1. Натиск кнопки імітує зміну концентрації диму і перевіряє відповідність реагування сенсора.

Вихідний сигналу сенсора – аналоговий, пропорційний вимірюваному значенню концентрації диму.

Сенсор має функцію «Power-On Reset» для запобігання хибним тривогам при виключенні живлення, забезпечує стабільну схему запуску після включення живлення.

Використання мікросхеми MC14468 дозволяє мінімізувати кількість зовнішніх компонентів, спростити драйвер сенсора, який використовується для узгодження електричних характеристик виходу мікросхеми з електричними характеристиками вхідного кола процесорної системи. Сенсор диму на основі мікросхеми MC14468 має можливість адаптування під конкретні вимоги реагування на появу диму за допомогою зміни значення зовнішнього резистора R1.

Сенсор диму потрібно всановлювати на стелі або високо на стінах, подалі від вентиляційних отворів та місця з підвищеною вологістю.

3.6. Сенсор диму оптоелектронного типу для виявлення признаків пожежі

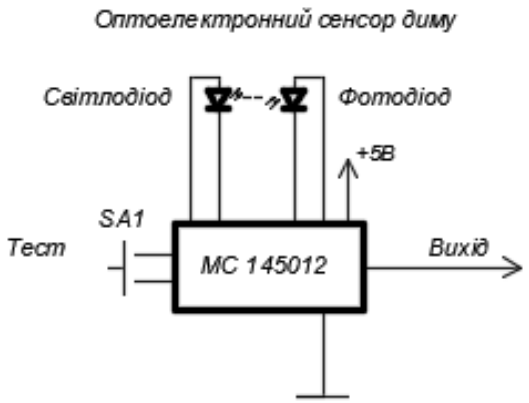
Сенсори оптоелектронного типу, на відміну від іонізаційних, використовують оптичний принцип для виявлення диму. Усередині такого сенсора є джерело світла (світлодіод) (джерело світла) та приймач світла

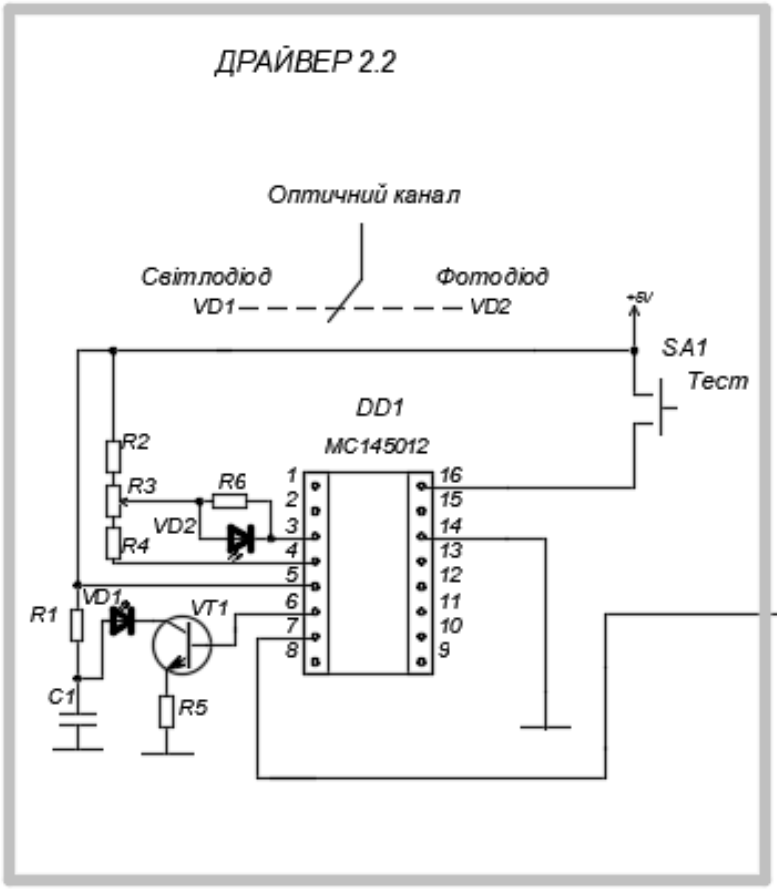
(фотодіод), розташовані таким чином, щоб світло від світлодіода до фотодіода проходило через повітряний канал у який потрапляють частинки диму (рис. 8). Коли у повітряному каналі появляются частинки диму, вони розсіюють світло і на фотодіод потрапляє менша частина світла. Чим більше частинок диму буде у повітрі тим меше свтла потрапить на фотодіод. Це дозволяє оцінити появу та інтенсивність диму у приміщенні. Оптоелектронний сенсор в оптоелектронному каналі використовує інфрачервоне світло.

Він добре реагує на сірий дим і погано реагує на чорний дим, який поглинає інфрачервоне випромінювання.

Оптоелектронний сенсор диму показаний на рис. 8. Він виконаний на основі спеціалізованої інтегральної міросхеми MC145012, розробленої спеціально для використання в оптоелектронних (фотоелектричних) сенсорах диму. Вона поєднує в собі аналогові та цифрові схеми з низьким енергоспоживанням, які дозволяють ефетивно виявляти та реагувати на появу диму у приміщенні.

Інтегральна мікросхему MC145012 виготовляєть у корпусі з виводами для вставляння у отвори (DIP) або в корпусі SOI для поверхневого монтажу. Вона має напругу живлення 5 В. Для перевірки функціонування сенсора використовується кнопка SA1, якою задають режими тестування.





					Магістерська кваліфікаційна робота			
					ТРМ-25.100.27 ЕЗ			
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Сенсор диму оптоелектронного типу з драйвером	Літ.	Маса	Масшт.
						Д		1:1
Дипломн.		Тетерка А.Ю.				Аркуш	Аркушів	
Керівн.		Вус Б.С.						
Консульт.		Вус Б.С.			Рис.8 Схема принципова електрична	НУ"ЛП", ІТРЕ каф. ЕЗІКТ, ТРМ-25		
Рецензн.								
Зав. каф.		Романишин Ю.М						

До мікросхеми підключені елементи зовнішніх кіл. Світлодіод VD1 включений в коло електронного ключа на транзисторі VT1.

Фотодіод VD2 включений в коло подільника напруги утвореного резисторами R2, R4, змінним резистором (потенцометром) R3.

Потенціометром R3 можна задавати підсилення сигналу з фотодіода.

Оптоелектронні сенсори часто використовують сумісно з іонізаційними сенсорами диму Він доповнює роботу сенсора диму іонізаційного типу.

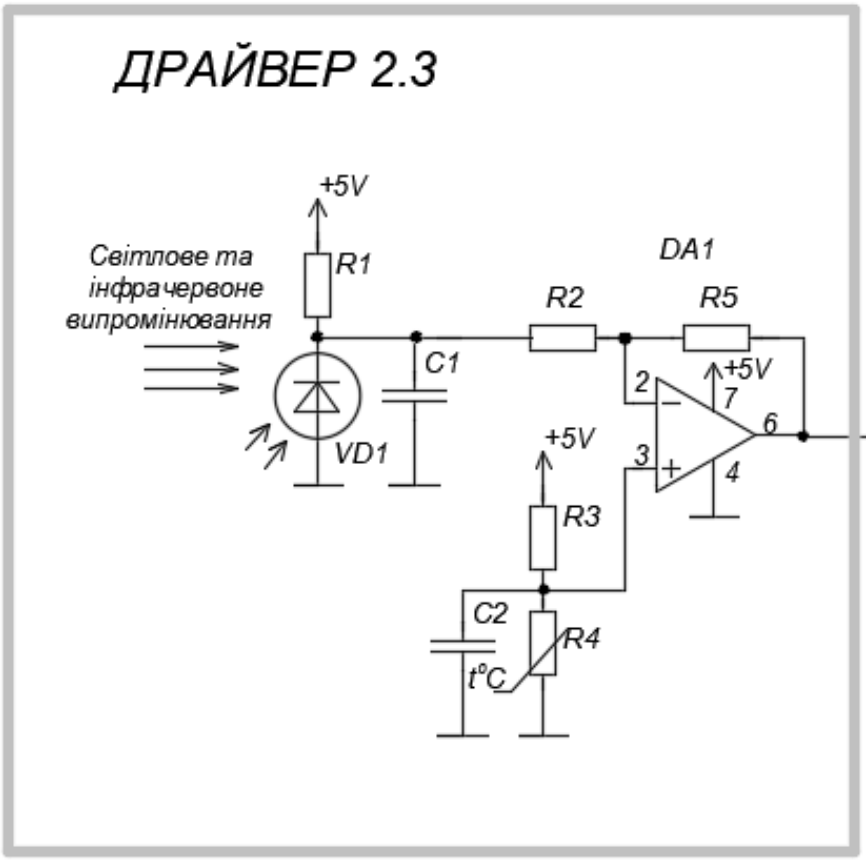
Такий сенсор виготовляється у виді інтегральної мікросхеми в вивідному корпусі типу DIP або в корпусі SOI для поверхневого монтажу. Він має напругу живлення 5 В. Для перевірки функціонування сенсора використовується кнопка SA1, якою задають режими тестування.

3.7. Сенсор полум’я для виявлення признаків пожежі

Сенсори полум'я мають низку цікавих особливостей, які роблять їх корисними для виявлення пожежі, але водночас є певні обмеження на ефективність їх використання.

Вказані сенсори реагують на випромінювання полум’я практично миттєво, що дозволяє виявити пожежу на ранній стадії, навіть до появи значної кількості диму або підвищення температури.Вони створюють можливість виявляти відкритий вогон, їх можна ставити у різних місцях, що дозволить швидко виявляти розповсюдження вогню з відкритими горіннями. Сенсори полум’я не потребують фізичного контакту з джерелом вогню, вони можуть виявляти полум’я на відстані, що робить їх придатними для моніторингу великих відкритих просторів або важкодоступних місць.

Сенсор полум’я з драйвером представлені на рис. 9.



				Магістерська кваліфікаційна робота			
				ТРМ-25.100.27 ЕЗ			
Зм Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Сенсор полум'я з драйвером	Літ. Д	Маса	Масшт. 1:1
Дипломн.	Тетерка А.Ю.						
Керівн.	Вус Б.С.				Аркуш	Аркушів	
Консульт.	Вус Б.С.			Рис.9 Схема принципова електрична	НУ"ЛП", ІТРЕ каф. ЕЗІКТ, ТРМ-25		
Рецена.							
Зав. каф.	Романишин Ю.М.						

При використанні сенсора полум’я потрібно враховувати його особливості. Для ефективної роботи сенсора необхідна пряма видимість

У ролі сенсора полум’я використовується фотодіод VD1, який має чутливість у області інфрачкрвоного та видимого світла. Сигнал з світлодіода через резистор R2 поступає на інвертуючий вхід 2 операційного підсилювача DA1. Підсилення задається співвідношенням опорів резисторів R5, R2. Резистори R3, R4 мають однаковий опір, R3=R4 і утворюють середню точку з напругою 2,5 В. Конденсатор C2 використовується для нейтралізації можливих частотних завад. Живлення сенсора та операційного підсилювача однополярне, з нпругою 5 В.
полум'я. Будь-які перешкоди між сенсором і виявленим джерелом вогню можуть заблокувати можливість виявлення.

Сенсори полум'я можуть реагувати на інші джерела випромінювання у діапазоні видимого та інфрачервоного світла, такі як зварювальні роботи, сонячне світло, штучне освітлення (особливо галогенні лампи), розпечені предмети тощо. Це може призвести до помилкових спрацювань, якщо сенсор неправильно налаштований або встановлений.

Потрібно враховувати що сенсори полум’я не призначені для виявлення тління або задимлення без відкритого вогню. У таких випадках більш ефективними будуть димові або теплові сенсори.

Враховуючи особливості сенсорів полум’я, їх потрібно використовувати у комбінації з іншими типами сенсорів призначених для протипожежного захисту.

3.8. Сенсор інфрачервоного випромінювання для виявлення ознак пожежі

Сенсор інфрачервоного випромінювання дає можливість вимірювати температуру дистанційно безконтактним способом. Такий спосіб вимірювання температури має низку значних переваг:

- можливість вимірювати температуру об'єктів, які є небезпечними для прямого контакту. Це включає в себе дуже гарячі, холодні, рухомі або такі, що знаходяться під високою напругою об'єкта.

- висока швидкість вимірювання, вказані сенсори забезпечують майже миттєві показники температури, що є критичним у швидкоплинних процесах або для виявлення швидких змін температури.

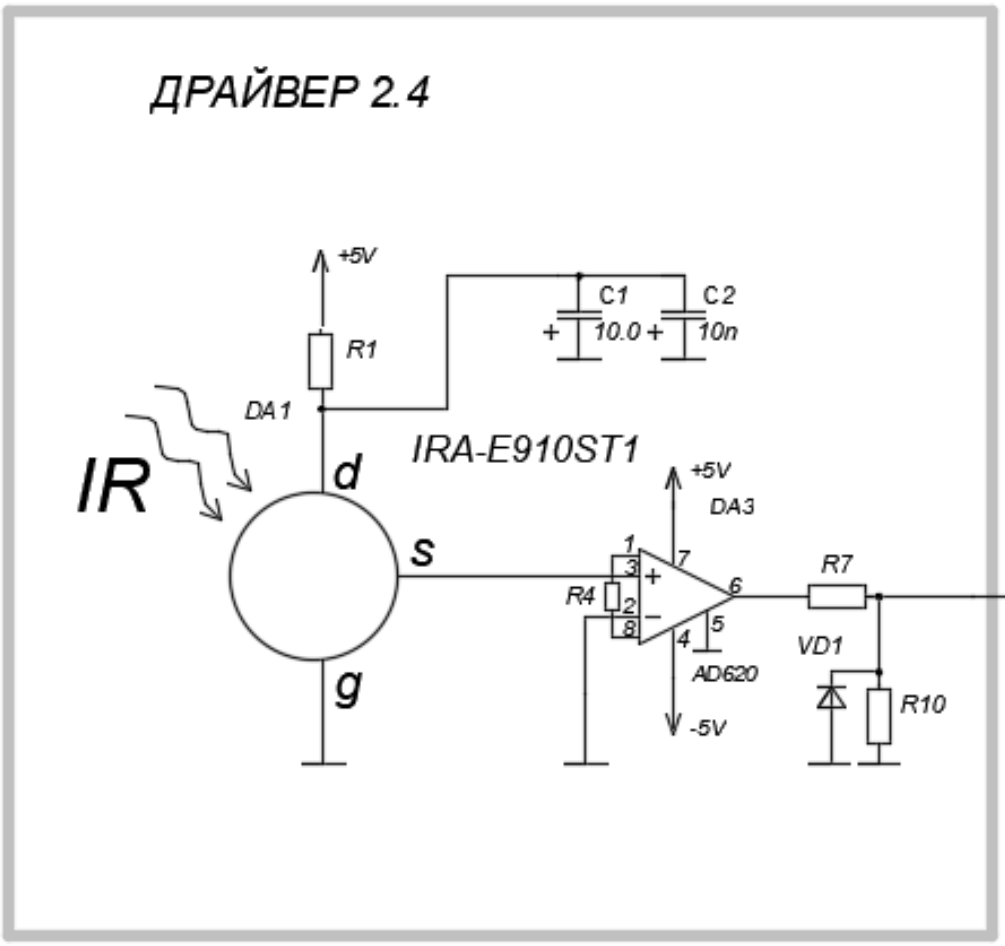
-вимірювання температури рухомих об’єктів.

Принципова схема сенсора інфрачервоного випромінювання з драйвером показана на рис. 10.

Для підсилення вихідного сигналу з сенсора використовується інтегральна мікросхема інструментального підсилювача AD620. Інструментальний підсилювач має низький дрейф нуля і забезпечує високе підсилення. Підсилення задається резистором R4. Вихідний сигнал з інструментального підсилювача поступає на подільник напруги, утворений резисторами R7. R10.

Живлення сенсора однополярне, напругою 5 В. Живлення інструментального підсилювача двополярне, напругою +/- 5 В.

Для захисту вхідного кола аналого-цифрового перетворювача, розміщеного у процесорі вбудованої системи, від потрапляння від’ємної напруги використовується діод VD1, який блокує сигнал від’ємної полярності.



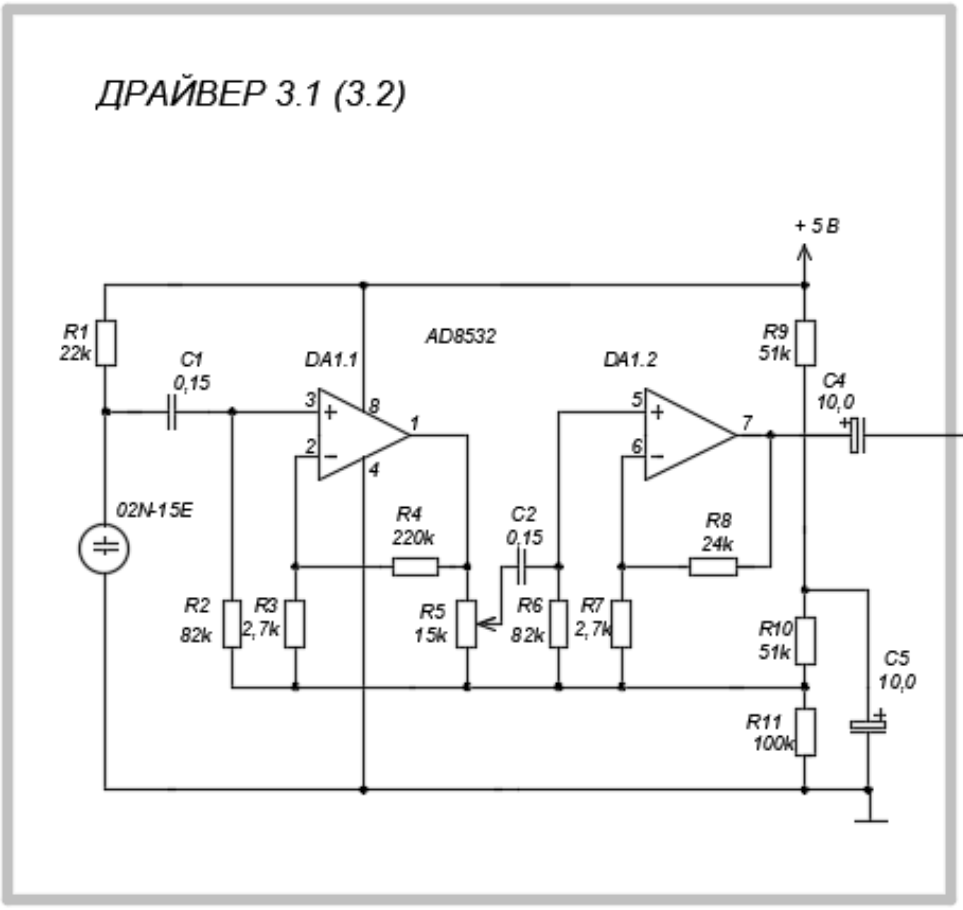
				Магістерська кваліфікаційна робота			
				ТРМ-25.100.27 ЕЗ			
Зм Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Сенсор інфрачервоного випромінювання (ІЧ) з драйвером	Літ.	Маса	Масшт.
Дипломн.	Тетерка А.Ю.				Д		1:1
Керівн.	Вус Б.С.				Аркуш	Аркушів	
Консульт.	Вус Б.С.			Рис.10 Схема принципова електрична	НУ"ЛП", ІТРЕ каф. ЕЗІКТ, ТРМ-25		
Рецензн.							
Зав. каф.	Романишин Ю.М.						

3.9. Сенсор звуку для виявлення ознак активування пожежі

Сенсори звуку (мікрофони) створюють додаткові можливості для контролю активної фази пожежі:

- виявляти характерні звуки що супроводжують пожежу (шипіння, потріскування,звуки руйнування конструкцій тощо)
- швидке реагування у разі інтенсивного горіння звуки можуть появитися раніше ніж значні зміни температури або задимлення, які фіксують традиційні сенсори пожежі,
- можливість визначення місця розташування джерела пожежі пори використанні кількох мікрофонів (завдяки аналізу різниці в часі приходу звуку від мікрофонів).

В сенсорі звуку з драйвером (рис.11) використовується електретний мікрофон. Сигнал з мікрофона підсилюється двокаскадним підсилювачем виконаним на основі використання інтегральної мікросхеми AD8532. Така мікросхема містить у своєму корпусі два операційні підсилювачі DA1.1, DA1.2.



					Магістерська кваліфікаційна робота		
					ТРМ-25.100.27 ЕЗ		
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Сенсор звуку з драйвером	Літ. Д	Маса / Масшт. 1:1
Дипломн.		Тетерка А.Ю.				Аркуш	Аркушів
Керівн.		Вус Б.С.					
Консульт.		Вус Б.С.			Рис.11 Схема принципова електрична	НУ"ЛП", ІТРЕ каф. ЕЗІКТ, ТРМ-25	
Рецензн.							
Зав. каф.		Романишин Ю.М.					

Підсилення першого каскаду задається резисторами R3, R4, другого каскаду резисторами R8, R7. Для текучого регулювання амплітуди вихідного сигналу використовується потенціометр (резистор R5). Для живлення операційних підсилювачів драйвера використовується однополярне живлення напругою 5 В. «Середня точка» створюється подільником на резисторах R10, R11.

Сигнал з виходу модуля сенсора звуку поступає на процесор вбудованої системи.

При використанні сенсорів звуку слід враховувати що не всі пожежі супроводжуються гучними звуками на ранніх стадіонах. Тління може відбуватися без значного шуму.

На результати вимірювань можуть впливати посторонні звуки не пов'язані з пожежою.

Сенсори звуку дають опосередковані дані про наявність пожежі, вони можуть бути цінним доповненням до системи пожежної безпеки і тому рекомендуються до використання у вбудованій системі протипожежного захисту.

3.10. Сенсор високої температури для виявлення ознак активування пожежі

Сенсори температури на основі термопар можуть використовуватись на всіх стадіях пожежі. Особливо ефективним є їх використання при активуванні (розгортанні) пожежі.

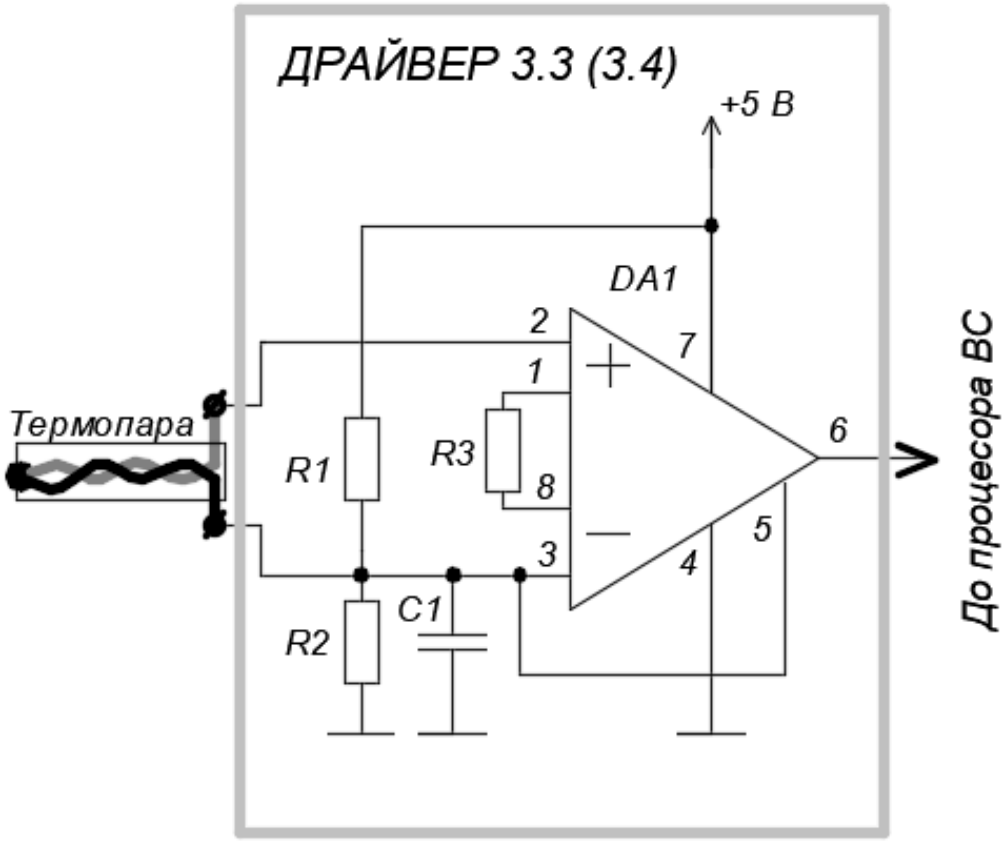
Термопари здатні вимірювати температуру в дуже широкій області, від низьких рівнів до високих понад 1000 ^{o}C рівнів температури, що охоплює весь спектр температури, характерний для пожежі.

Термопари можна розміщати у різних середовищах, що дозволяє оперативно і швидко контролювати зміни температури не тільки в повітрі але також безпосередньо в рідких горючих речовинах.

Сенсор високої температури на основі термопари з драйвером показано на рис. 12.

Кінці термопари під’єднані відповідно до неінвертуючого та інвертуючого входів диференційного інструментального підсилювача.

Підсилення задається рзистором R3. У драйвері використовується однополяре живлення напругою 5 В. Оскільки інструметальний підсилювач розрахований на двополярне живлення, для нього створюють середню точку за допомогою подільника на резисторах R1, R2. Для згладжування частотних завад використовують конденсатор C1.



				Магістерська кваліфікаційна робота			
				ТРМ-25.100.27 ЕЗ			
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Сенсор високої температури з драйвером	Літ. Д	Маса	Масшт. 1:1
Дипломн.		Тетерка А.Ю.				Аркуш	Аркушів	
Керівн.		Вус Б.С.						
Консульт.		Вус Б.С.			Рис.12 Схема принципова електрична	НУ"ЛП", ІТРЕ каф. ЕЗІКТ, ТРМ-25		
Рецензн.								
Зав. каф.		Романишин Ю.М.						

Розроблений модуль сенсора високої температури на основі термопари дозволить ефективно та надійно контролювати температуру в активній стадії пожежі і допоможе швидше локалізувати і погасити пожежу завдяки локалізації джерела максимальної температури з якого поширюється пожежа.

3.11. ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

- Розроблено сенсор іскріння для профілактичного протипожежного спостереження.
- Запропоновано сенсор вогненебезпечних газів для профілактичного протипожежного спостереження. Для цього сенсора розроблено драйвер
- Розроблено модуль, що містить сенсор вологості повітр'я та драйвер. Цей модуль використовується для профілактичного протипожежного спостереження.
- Обгрунтовано вибір сенсора диму іонізаційного типу.
- Розроблено принципову схему включення оптоелектронного сенсора диму.
- Розроблено сенсорний модуль сенсора полум'я для виявлення признаків пожежі.
- Розроблено модуль сенсора інфрачервоного випромінювання для виявлення признаків пожежі.
- Розроблено сенсор звук для виявлення ознак активування пожежі.
- Розроблено сенсорний модуль для моніторингу температури за допомогою термопари в активний період пожежі при її розгортанні.

4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Пожежі є однією з найбільших загроз для людей і майна в умовах сучасного світу. Вони можуть виникнути в будь-який час і в будь-якому місці, що підвищує важливість своєчасного виявлення та реагування на потенційні загрози. Пожежі можуть завдати шкоди не тільки фізичним об'єктам, але й людським життям, тому розробка ефективних систем протипожежного захисту є необхідною умовою для забезпечення безпеки.

У сучасних умовах важливе значення має автоматизація процесів виявлення та ліквідації пожеж. Одним із найбільш ефективних способів досягнення цього є впровадження вбудованих систем протипожежного захисту. Такі системи дозволяють оперативно реагувати на загрозу, знижувати людський фактор і мінімізувати можливі наслідки.

Метою роботи є розробка вбудованої системи протипожежного захисту, здатної забезпечити автоматичне виявлення пожежі, її локалізацію та сповіщення про небезпеку. Система повинна включати датчики температури, диму, вуглекислого газу, а також модулі для передачі сигналів та можливості для подальшого моніторингу і керування через інтерфейси користувача.

Результати роботи сприятимуть підвищенню рівня безпеки будівель, житлових та виробничих приміщень, а також розвитку інноваційних технологій у галузі охорони праці та цивільної безпеки.

4.1. Розрахунок витрат на виконання НДДКР

Витрати на проведення дослідження та визначення оптимальної структури інформаційного кадру засобів телеметричного контролю малопотужних сонячних електростанцій розраховуються шляхом складання калькуляції кошторисної вартості НДДКР за наступними статтями:

1) витрати на оплату праці;
2) відрахування на соціальні заходи;
3) матеріали;
4) витрати на використання комп’ютерної техніки;

5) спецустаткування для наукових цілей (експериментальних робіт)

6) витрати на роботи, які виконують сторонні організації;

7) інші витрати;

8) накладні витрати.

4.1.1. Розрахунок витрат на оплату праці

До цієї статті належать витрати на основну та додаткову заробітну плату науковим керівникам, консультантам, інженерно-технічним працівникам, лаборантам, студентам, аспірантам, операторам ЕОМ та іншим працівникам, безпосередньо зайнятим виконанням даної НДДКР, обчислені за посадовими окладами. Вихідні та розрахункові дані наводяться у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

Вихідні дані для розрахунку витрат на оплату праці

№ з/п	Посада виконавців	Заробітна плата, грн.	Середньоденна ставка, грн./дн.
1	Керівник МКР, доцент	= 12128,97*(1+(0,15+0,25+0,3)) = 20619,3	= 20619,25/24 = 859,4
2	Консультант з економіки, професор	= 12909,30*(1+(0,25+0,33+0,2)) = 22978,6	= 22978,55/24 = 957,4
3.	Студент	Стипендії не отримує	-

Заробітна плата доцента тарифікується 19 тарифним розрядом також є такі надбавки до заробітної плати – 15% за науковий ступінь кандидата наук; 25% за вчене звання доцента та надбавка – 30% за стаж більше 20 років.

Заробітна плата професора тарифікується 20 тарифним розрядом + є такі надбавки до основної ставки: 25% за науковий ступінь доктора наук; 33% за вчене звання професора; надбавка 20% за стаж більше 10 років.

Середньоденна ставка зарплати ($Сд_i$) для кожного з виконавців (i) дорівнює:

$$Сд_i = ЗП_i/Fp, \qquad (4.\ 1.1.)$$

де Fp – місячний фонд робочого часу 24 дні.

Витрати на оплату праці розробників проекту визначаються за формулою:-

$$\text{Воп} = \sum_{i=1}^{N} \quad \sum_{j=1}^{M} \quad n_i \cdot t_i \cdot C\text{г}_j, \qquad (4.\ 1.2.)$$

де n_i – чисельність розробників і-ої спеціальності, які приймають участь в проектуванні, осіб; t_i – час, котрий затрачений на розробку проекту співробітника і-ої спеціальності, днів; $C_г$ – годинна заробітна плата виконавця і-ої спеціальності, грн./день.

Результати розрахунків зводено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2.

Розрахунок витрат на розробку

№ з/п	Посада виконавців	Час розробки, год	Денна заробітна плата, грн	Годинна заробітна плата, грн	Витрати на розробку, грн
1	Керівник МКР, доцент	29	859,4	= 859,14/8 = 107,4	= 29*107,4 = 3114,3
2	Консультант з економіки, професор	1	957,4	=957/8 = 119,7	= 1*119,7 =119,7
3	Студент	60	-	-	-
Разом					3234,1

4.1.2. Відрахування на соціальні заходи

Величну єдиного соціального внеску визначають у відсотковому співвідношенні від суми основної та додаткової заробітної плати. Згідно діючого нормативного законодавства сума відрахувань у спеціальні державні фонди складає 18% - податок на доходи фізичних осіб від суми заробітної плати та 1,5% - військовий збір від суми заробітної плати:

$$\text{В}_{\text{ЄСВ}} = \frac{\%}{100} \cdot \text{В}_{\text{Оп}}, \text{(грн.)} \qquad (4.1.3)$$

$$\text{В}_{\text{Ф}} = \frac{(18+1{,}50)}{100} * 3234{,}1 \ = 630{,}6 \text{ грн.}$$

4.1.3. Розрахунок витрат на матеріали

До цієї статті належать витрати на: а) основні та допоміжні матеріали ($В_м$); б) покупні інструменти, пристрої та інші засоби та предмети праці ($В_{ін}$); в) покупні напівфабрикати та комплектуючі вироби

($В_к$), які використовуються для проведення НДДКР в кількості, визначеній програмою експерименту (дослідження, випробування).

$$В_м = \sum_{i=1}^{п} Н_i * Ц_i * (1 + К_{тз}) \qquad (4.\ 1.4)$$

де Нi – норма витрат і-го виду матеріалу на наукову тему, од.; Ці – ціна придбання і-го виду матеріалу, грн./од.; Ктз – коефіцієнт транспортно-заготівельних витрат (0,10…0,12); n – кількість видів (найменувань) матеріалу.

У таблиці 4.3. наведено перелік купованих виробів і розраховані витрати на них.

Таблиця 4.3.

Розрахунок витрат на куповані вироби

№ п/п	Найменування купованих виробів	Оди-ниця виміру	Ціна на одиницю виміру, грн	Кількість купованих виробів	Сума, грн	Транспортні витрати (10% від суми)	Загальна сума, грн
1	Датчик диму (наприклад, MQ-2)	шт	250	2	500	50	550
2	Датчик температури (наприклад, LM35)	шт	100	2	200	20	220
3	Датчик вуглекислого газу (наприклад, MH-Z19)	шт	600	1	600	60	660
4	Мікроконтролер Arduino Uno	шт	800	1	800	80	880
5	Реле для управління сигналізацією та іншими системами	шт	150	2	300	30	330
6	Сигналізаційний звуковий датчик (сирена)	шт	300	1	300	30	330
7	Wi-Fi або GSM модуль для відправки сигналів	шт	250	1	250	25	275
8	Дисплей для виведення статусу системи	шт	200	1	200	20	220
9	Макетна плата (breadboard)	шт	100	1	100	10	110
10	Проводи для	набір	50	1 набір	50	5	55

	з’єднання (jumper wires)						
11	Корпус для пристрою (для захисту електроніки)	шт	150	1	150	15	165
12	Блок живлення 12V для тестування	шт	150	1	150	15	165
Разом							3960

Розрахунок витрат на покупні інструменти та пристрої (Він) здійснюється, виходячи із 100% норми їх зносу при передачі в експлуатацію за аналогічною формулою як для Вм, де і – найменування покупного інструменту (пристрою).

Під час виконання даної НДДКР покупні інструменти та пристрої не використовувалися.

Розрахунок витрат на покупні напівфабрикати та комплектуючі вироби (Вк) здійснюється за аналогічною формулою як для Вм, де і – найменування покупного напівфабрикату (комплектуючого виробу).

Під час виконання даної НДДКР напівфабрикати та комплектуючі вироби не закуповувались

Всі витрати на матеріали (М) сумують:

$$M=B_м+B_{ін}+B_к \qquad (4.1.5)$$

Отже, сума витрат на матеріали рівна 3960 грн.

4.1.4. Витрати на використання комп’ютерної техніки

Витрати на використання комп’ютерної техніки =240*4,32 = 1036,8 грн.

240 – кількість годин для написання магістерської кваліфікаційної роботи;

4,32 грн. – вартість 1кВт год електроенергії для населення, оскільки розрахунки та оформлення МКР проводилися за особистим комп’ютером.

4.1.5. Розрахунок витрат за статтею «Спецустаткування для наукових цілей (експериментальних робіт)»

Нічого з спецустаткування не використовувалося під час виконання роботи, тому витрати за статтею «Спецустаткуння для наукових цілей (експериментальних робіт)» рівні 0.

4.1.6. Розрахунок витрат на роботи, які виконують сторонні організації

Витрати на роботи, які виконують сторонні організації рівні 0, так як до виконання даної НДДКР, нікого не залучалося.

4.1.7. Інші витрати

Оскільки під час написання даної роботи не використовувалися устаткування та нематеріальні активи, то сума амортизаційних відрахувань рівна 0.

4.1.8. Накладні витрати

До складу накладних витрат ($В_н$) відносяться:

1) витрати, пов'язані з управлінням організацією, де проводиться НДДКР;

2) витрати на науково-технічну інформацію;

3) витрати на забезпечення нормальних умов праці і техніки безпеки;

4) витрати на інші загальногосподарські потреби тощо.

Накладні витрати розраховуються у відсотках до витрат на оплату праці ($В_{оп}$):

$$В_н = \frac{\alpha}{100} * В_{оп} \qquad (4.\ 1.9)$$

$$В_н = 120/100*3234,1 = 3880,9 \text{ грн.}$$

де α – середньостатистичний відсоток накладних витрат складає (100…200%).

4.1.9. Розрахунок калькуляції кошторисної вартості НДДКР

Результати розрахунку за всіма статтями калькуляції зведено в табл. 4.1.3 і вони складають кошторисну вартість виконання НДДКР (К):

$$К=В_{оп}+В_{ЄСВ}+М+В_{кт}+В_{су}+В_{со}+В_{ін}+В_{н}. \quad (4.1.10)$$

Таблиця 4.1.3

Калькуляція кошторисної вартості НДДКР

№ з/п	Статті витрат	Сума витрат, грн
1	2	3
1.	Витрати на оплату праці	3234,1
2.	Відрахування на соціальні заходи	630,6
3.	Матеріали	3960
4.	Витрати на використання комп'ютерної техніки	1036,8
5.	Спецустаткування для наукових цілей (експериментальних робіт)	0
6.	Витрати на роботи, які виконують сторонні організації	0
7.	Інші витрати, в т. ч.:	0
7.1.	- амортизаційні відрахування від вартості устаткування	0
7.2.	- амортизаційні відрахування від вартості нематеріальних активів	0
8.	Накладні витрати	3880,9
	Всього	11705,5

Отже, кошторисна вартість даної НДДКР становить 11705,5 грн.

4.2. Розрахунок договірної ціни та прибутку НДДКР

Величина договірної ціни повинна встановлюватися з врахуванням ефективності, якості і термінів виконання НДДКР на рівні, який відповідає економічним інтересам замовника (споживача) і виконавця.

Договірна ціна НДДКР встановлюється по домовленості між замовником та виконавцем і попередньо розраховується за формулою 4.2.1:

$$Ц=К*(1+р/100\%), \quad (4.2.1)$$

$$Ц = 11705,5*(1+85/100) = 21655,3 \text{ грн.}$$

де Ц – договірна ціна, грн; К – кошторисна вартість проведення НДДКР, грн; р – рівень рентабельності витрат у виконавця НДДКР, %.

Тоді очікуваний прибуток (П) від реалізації НДДКР розраховують за формулою:

$$П = Ц – К. \quad (4.2.2)$$

Очікуваний прибуток буде становити П= 21655,3-11705,5=9949,7 грн.

4.3. Оцінка наукової та науково-технічної результативності НДДКР

Як правило, в межах виконуваних у магістерських кваліфікаційних роботах досліджень, характерним є отримання наукового та науково-технічного ефекту, який оцінюється коефіцієнтами наукової та науково-технічної результативності:

$$k_{\text{н.р.}} = \sum_{i=1}^{n} k_{\text{зн.},i} k_{\text{д.},i}$$

(4.3.1)

$$k_{\text{н.т.р.}} = \sum_{i=1}^{m} k_{\text{зн.},i} k_{\text{д.},i} \quad (4.3.2)$$

де $k_{\text{н.р.}}$ та $k_{\text{н.т.р.}}$ – відповідно, коефіцієнти наукової та науково-технічної результативності; $k_{\text{зн.},i}$ – коефіцієнт значимості і-го фактору, використовуваного для оцінки; $k_{\text{д.},i}$ – коефіцієнт досягнутого рівня і-го фактору; n, m – відповідно, кількість факторів наукової та науково-технічної результативності.

В табл. 4.4. та 4.5. наведено фактори та ознаки, які характеризують, відповідно, наукову і науково-технічну результативності НДДКР.

Таблиця 4.4

Характеристика чинників і ознак наукової результативності НДДКР

Чинник наукової результативності	Коефіцієнт значущості чинника	Якість чинника	Характеристика чинника	Коефіцієнт досягнутого рівня
Новизна отриманих або передбачуваних результатів	0,5	Середня	Встановлені деякі загальні закономірності, методи, способи, що дозволяють створити принципово нові види техніки	0,8
Глибина наукового опрацювання	0,35	Середня	Складність теоретичних розрахунків невисока, результати перевірені на обмеженій кількості експериментальних даних	0,6
Міра вірогідності успіху	0,15	Помірна	Поставлені завдання теоретично і технічно здійсненні, успіх можливий	0,6

Наведемо нижче обґрунтування, чому саме обрано зазначені чинники наукової результативності, їх коефіцієнти значущості, якість, характеристики та коефіцієнти досягнутого рівня :

1. Новизна отриманих або передбачуваних результатів

Новизна є найвагомішим чинником із коефіцієнтом значущості 0,5, оскільки розробка вбудованої системи протипожежного захисту передбачає створення інноваційного рішення для виявлення, попередження або гасіння пожеж у реальному часі. Система може включати нові комбінації датчиків (наприклад, диму, температури, газів), алгоритмів обробки сигналів або інтеграцію з IoT-технологіями, що сприяє створенню нових видів техніки. Якість оцінена як середня, оскільки, хоча системи протипожежного захисту є відомою областю, розробка вбудованої системи з унікальними характеристиками (наприклад, компактністю, енергоефективністю чи автономністю) може виявити нові закономірності чи оптимізувати існуючі методи. Коефіцієнт досягнутого рівня 0,8 відображає високу, але не максимальну новизну, оскільки результати, ймовірно, стосуються адаптації та вдосконалення відомих технологій до конкретної задачі, а не створення радикально нової концепції.

2. Глибина наукового опрацювання

Глибина наукового опрацювання має значущість 0,35, оскільки дослідження зосереджене на практичній реалізації вбудованої системи, а теоретичні розрахунки (наприклад, моделювання роботи датчиків чи алгоритмів прийняття рішень) не передбачають високої складності. Експериментальна перевірка, ймовірно, обмежена доступними ресурсами, такими як типи датчиків, сценарії тестування (наприклад, імітація пожежі) чи кількість експериментів, що є типовим для магістерської роботи. Якість чинника оцінена як середня, а коефіцієнт досягнутого рівня 0,6 вказує на часткову реалізацію потенціалу через ці обмеження, що відповідає рівню дослідження.

3. Міра вірогідності успіху

Міра вірогідності успіху має найнижчу значущість (0,15), оскільки цей чинник менш критичний порівняно з новизною та глибиною. Якість оцінена як помірна, а коефіцієнт досягнутого рівня 0,6 відображають реалістичну, але не гарантовану ймовірність успіху. Хоча датчики,

мікроконтролери та програмне забезпечення для протипожежних систем є добре вивченими, створення вбудованої системи може бути ускладнене через вимоги до надійності, чутливості датчиків або стійкості до хибних спрацьовувань у реальних умовах. Завдання є теоретично і технічно здійсненними, але успіх залежить від подолання цих викликів, що знижує впевненість у повному досягненні мети.

Разом ці чинники забезпечують збалансовану оцінку наукової результативності, демонструючи перспективність теми для розробки інноваційної вбудованої системи з потенційним застосуванням у сфері безпеки та протипожежного захисту

Таблиця 4.5

Характеристика чинників і ознак науково-технічної результативності

Чинник науково-технічної результативності	Коефіцієнт значущості чинника	Якість чинника	Характеристика чинника	Коефіцієнт досягнутого рівня
Перспективність використання результатів	0,5	Корисна	Результати будуть використані при проведенні наступних НДР, при розробці нових технічних рішень у конкретній галузі народного господарства	0,5
Масштаб можливої реалізації результатів	0,3	Окремі організації і підприємства	Час реалізації, років: до 3	0,4
Завершеність отриманих результатів	0,2	Середня	Технічне завдання на прикладні НДР або ДКР	0,8

Нижче наведемо обґрунтування, чому саме обрано зазначені чинники науково-технічної результативності, їх коефіцієнти значущості, якість, характеристики та коефіцієнти досягнутого рівня:

1. Перспективність використання результатів

Перспективність використання результатів є найвагомішим чинником із коефіцієнтом значущості 0,5, оскільки вбудована система протипожежного захисту має потенціал для застосування в галузі безпеки,

зокрема в будівництві, промислових об’єктах або транспорті. Система може сприяти підвищенню рівня безпеки шляхом раннього виявлення пожеж або автоматичного реаг CUT OUT. Якість оцінена як корисна, оскільки результати дослідження, ймовірно, слугуватимуть основою для подальших науково-дослідних робіт (НДР) або розробки нових технічних рішень у сфері протипожежної безпеки. Коефіцієнт досягнутого рівня 0,5 відображає помірну перспективність, оскільки на етапі магістерської роботи створюється прототип або концепція, яка потребує додаткових досліджень, тестувань і доопрацювань для практичного впровадження. Це відповідає ранній стадії розробки технології.

2. Масштаб можливої реалізації результатів

Масштаб можливої реалізації має значущість 0,3, оскільки впровадження результатів є важливим, але менш критичним порівняно з перспективністю. Якість оцінена як "окремі організації і підприємства", адже система протипожежного захисту може бути застосована в окремих об’єктах, таких як промислові підприємства, офісні будівлі чи транспортні засоби, але не має широкого галузевого чи народно-господарського охоплення на даному етапі. Характеристика "час реалізації до 3 років" є реалістичною, оскільки система базується на доступних технологіях (датчики, мікроконтролери), а розробка, тестування та пілотне впровадження прототипу можуть бути здійснені відносно швидко, у рамках співпраці з конкретними організаціями. Низький коефіцієнт досягнутого рівня 0,4 відображає обмежений масштаб реалізації, оскільки впровадження залежить від адаптації системи до специфічних умов окремих об’єктів і подолання технічних викликів (забезпечення стійкості до хибних спрацьовувань).

3. Завершеність отриманих результатів

Завершеність результатів має найнижчу значущість (0,2), оскільки на етапі магістерської роботи основна мета – створення прототипу вбудованої системи та демонстрація її працездатності, а не розробка готового продукту для комерційного використання. Якість оцінена як

середня, оскільки результати дослідження, ймовірно, включатимуть технічне завдання для подальших прикладних науково-дослідних або дослідно-конструкторських робіт (НДР/ДКР), що відповідає рівню магістерської роботи. Коефіцієнт досягнутого рівня 0,8 відображає високу завершеність у межах поставлених завдань, оскільки прототип може бути функціональним (здатним виявляти ознаки пожежі та передавати сигнали), але потребує доопрацювань (підвищення надійності чи інтеграції з іншими системами) для повноцінного впровадження.

Зазначені чинники разом демонструють помірну науково-технічну цінність теми, її спрямованість на актуальні задачі безпеки та потребу в додаткових дослідженнях для реалізації повного потенціалу.

Згідно із наведеними даними розраховуємо коефіцієнти:

- наукової ефективності: $k_{н.р.}$= 0,5*0,8+0,35*0,6+0,15*0,6 = 0,7

Коефіцієнт kн.р.=0,7 свідчить про добру наукову ефективність. Основний внесок забезпечує новизна, тоді як обмежена глибина опрацювання та помірна вірогідність успіху відповідають масштабам магістерського дослідження.

- науково-технічної ефективності: $k_{н.т.р.}$=0,5*0,5+0,3*0,4+0,2*0,8 = 0,53

- Коефіцієнт kн.т.р.=0,53 свідчить про помірну науково-технічну ефективність. Висока завершеність компенсується низькими показниками перспективності та масштабу реалізації, що вказує на ранню стадію розробки, де система ще не готова до широкого впровадження.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

- В цьому розділі магістерської кваліфікаційної роботи, проведено розрахунок економічної доцільності розробки вбудованої системи протипожежного захисту.
- В даному розділі було проведено розрахунок витрат на виконання НДДКР, які становлять 11705,5 грн., також розраховано ціну НДДКР, яка становить 21655,3 грн. та прибуток, що становить 9949,7 грн.
- Наукова ефективність (0,7) відображає значний внесок новизни завдяки адаптації технологій до задачі протипожежного захисту, хоча обмежена глибина опрацювання та помірна вірогідність успіху відповідають масштабам магістерської роботи. Науково-технічна ефективність (0,53) підкреслює потенціал системи для подальших розробок і обмежене впровадження в окремих організаціях, але низькі перспективність і масштаб реалізації вказують на необхідність додаткових досліджень. Загалом, результати демонструють актуальність теми для підвищення безпеки, але її повний потенціал потребує подальшого розвитку для практичного застосування.
- Після проведених розрахункових досліджень було встановлено про економічну доцільність розробки вбудованої системи протипожежного захисту.

ВИСНОВКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

- Розглянуто етапи розвитку засобів протипожежного захисту.
- Обгрунтовано особливості технічних рішень запропонованих для розробки вбудованої системи протипожежного захисту.
- Проаналізовано засоби пожежної профілактики.
- Зроблено детальний аналіз засобів контролю активної фази пожежі.
- Запропоновано технічні засоби для моніторингу фізичних параметрів для контролю пожежі при її активуванні та розростанні.
- Розглянуто протипожежні сенсори, які рекомендуються для використання у вбудованій системі протипожежного захисту.
- Обгрунтовано вибір сенсорів для моніторингу фізичних та хімічних параметрів що мають місце на різних етапах пожежі.

- Розглянуто функціональне призначення вбудованої системи протипожежного захисту.
- Запропоновано функціональну структуру вбудованої системи протипожежного захисту.
- Обгрунтовано функціональний вибір сенсорів для профілактики виникнення пожежі.
- Зроблено функціональне обгнунтування вибору сенсорів признаків виникнення пожежіє
- Зроблено аналіз засобів контролю активної фази пожежі і запропоновано відповідні сенсори для моніторингу вказаної фази.
- Розроблено функціональну схему вбудованої системи протипожежного захисту.
- Розглянуто особливості структурних блоків функціональної схеми.

- Запропоновано технічні засоби для реалізації стуктурних блоків функціональної схеми вбудованої системи протипожежного захисту.
- Розроблено сенсор іскріння для профілактичного протипожежного спостереження.
- Запропоновано сенсор вогненебезпечних газів для профілактичного протипожежного спостереження. Для цього сенсора розроблено драйвер
- Розроблено модуль, що містить сенсор вологості повітр'я та драйвер. Цей модуль використовується для профілактичного протипожежного спостереження.
- Обгрунтовано вибір сенсора диму іонізаційного типу.
- Розроблено принципову схему включення оптоелектронного сенсора диму.
- Розроблено сенсорний модуль сенсора полум'я для виявлення признаків пожежі.
- Розроблено модуль сенсора інфрачервоного випромінювання для виявлення признаків пожежі.
- Розроблено сенсор звук для виявлення ознак активування пожежі.
- Розроблено сенсорний модуль для моніторингу температури за допомогою термопари в активний період пожежі при її розгортанні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Національний стандарт України. ДСТУ EN 54-1:2003. Системи пожежної сигналізації та оповіщування про пожежу. Частина 1. 28 с.

2. Основи безпеки життєдіяльності: Підручник / За ред. М. І. Степаненка. Київ: Видавництво "Знання", 315 с.

3. Романенко, П. О., & Савченко, О. В. (2019). Проектування систем пожежної сигналізації та автоматичного пожежогасіння. Миколаїв: МНУ. 2019, 278 с.

4. Бойко, Б. Б., & Демків, Я. М. Теорія автоматичного керування. Київ: Видавничий дім "Слово", 425 с.

5. Василенко, І. П., & Іванов, С. В. Датчики та перетворювачі в автоматизованих системах. Харків: Видавництво ХНАДУ, 388 с.

6. Захист інформації в комп'ютерних системах та мережах: Підручник / За ред. В. М. Бурячка. (2017). Київ: Видавництво "Наукова думка", 389 с.

7. М.Д. Матвійків, Б.С. Вус, О.М. Матвійків/ Елементи та компоненти електронних пристроїв: підручник. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. – 496 с.

8. В.Т. Білінський, В.П. Гондюл, А.Б. Грозін, К.Б. Круковський - Синевич, Ю.Л. Мазор "Практичний посібник по навчальному конструюванню РЕ А" - Київ: Вища школа 1992.

9. Ю.М. Шеремет, В.А. Павлиш, А.П. Гордієвич, Л.В. Галкіна "Проектування технологічних процесів в радіоапаратобудуванні" - Львів: НВО "Електрон" 1995.

10. ДСТУ 3008-95. Документація у сфері науки та техніки. Структура і правила оформлення. - К.: Держстандарт України, 1995. – 3

11. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломних робітдля студентів інститутів ІКТА, ІТРЕ. / Укл.: Ю. В. Войцеховська, Н. П. Любомудрова – Львів. Видавництво Національного університету ″Львівська політехніка″. 2010 – 14 с.

12. Економіка підприємства: Підручник / за заг. редакцією Й.М. Петровича.- Львів: “Магнолія плюс”, Видавець В.М. Піча– 2004.– 680 с.

13. Економіка підприємства: Навчальний посібник. – К: Знання, 2004. – 580 с.- (Вища освіта XXI ст.).
14. О.О. Гетьман, В.М. Шаповал Економіка Підприємства : Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – К: Центр навчальної літератури) 2006. – 488 с.
15. Burns, A., & Wellings, A. Real-time systems and programming languages Addison-Wesley, 489 p.
16. Warnes, F. E. (2019). Fire detection and alarm systems. Butterworth-Heinemann,378 p.
17. ISO 7240-1:2014. (2014). Fire detection and alarm systems — Part 1: General and definitions. International Organization for Standardization.
18. IEEE Std 1016-2009. (2009). IEEE Standard for Information Technology—Systems Design—Software Design Descriptions. IEEE.
19. Mazidi, M. A., McKinlay, R. D., & Causey, J. G. (2016). PIC microcontroller and embedded systems: Using assembly and C for PIC18. Pearson, 348 p.
20. Chou, C. M., Lee, C. H., & Lee, C. Y. (2013). Design and implementation of a wireless sensor network for fire detection in smart buildings. Sensors, 13(10), 13267-13283.
21. Palensky, P., & Dietrich, D. (2011). Demand side management and smart grids: An overview of recent developments. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 7(3), 381-388.
22. Національний стандарт України. ДСТУ EN 54-1:2003. Системи пожежної сигналізації та оповіщування про пожежу. Частина 1. 28 с.
23. Основи безпеки життєдіяльності: Підручник / За ред. М. І. Степаненка. Київ: Видавництво "Знання", 315 с.
24. Романенко, П. О., & Савченко, О. В. (2019). Проектування систем пожежної сигналізації та автоматичного пожежогасіння. Миколаїв: МНУ. 2019, 278 с.

25. Бойко, Б. Б., & Демків, Я. М. Теорія автоматичного керування. Київ: Видавничий дім "Слово", 425 с.

26. Василенко, І. П., & Іванов, С. В. Датчики та перетворювачі в автоматизованих системах. Харків: Видавництво ХНАДУ, 388 с.

27. Захист інформації в комп'ютерних системах та мережах: Підручник / За ред. В. М. Бурячка. (2017). Київ: Видавництво "Наукова думка", 389 с.

28. М.Д. Матвійків, Б.С. Вус, О.М. Матвійків/ Елементи та компоненти електронних пристроїв: підручник. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. – 496 с.

29. В.Т. Білінський, В.П. Гондюл, А.Б. Грозін, К.Б. Круковський - Синевич, Ю.Л. Мазор "Практичний посібник по навчальному конструюванню РЕ А" - Київ: Вища школа 1992.

30. Ю.М. Шеремет, В.А. Павлиш, А.П. Гордієвич, Л.В. Галкіна "Проектування технологічних процесів в радіоапаратобудуванні" - Львів: НВО "Електрон" 1995.

31. ДСТУ 3008-95. Документація у сфері науки та техніки. Структура і правила оформлення. - К.: Держстандарт України, 1995. – 3

32. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломних робітдля студентів інститутів ІКТА, ІТРЕ. / Укл.: Ю. В. Войцеховська, Н. П. Любомудрова – Львів. Видавництво Національного університету ″Львівська політехніка″. 2010 – 14 с.

33. Економіка підприємства: Підручник / за заг. редакцією Й.М. Петровича.- Львів: “Магнолія плюс”, Видавець В.М. Піча– 2004.– 680 с.

34. Економіка підприємства: Навчальний посібник. – К: Знання, 2004. – 580 с.- (Вища освіта XXI ст.).

35. О.О. Гетьман, В.М. Шаповал Економіка Підприємства : Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – К: Центр навчальної літератури) 2006. – 488 с.

36. Burns, A., & Wellings, A. Real-time systems and programming languages Addison-Wesley, 489 p.
37. Warnes, F. E. (2019). Fire detection and alarm systems. Butterworth-Heinemann,378 p.
38. ISO 7240-1:2014. (2014). Fire detection and alarm systems — Part 1: General and definitions. International Organization for Standardization.
39. IEEE Std 1016-2009. (2009). IEEE Standard for Information Technology—Systems Design—Software Design Descriptions. IEEE.
40. Mazidi, M. A., McKinlay, R. D., & Causey, J. G. (2016). PIC microcontroller and embedded systems: Using assembly and C for PIC18. Pearson, 348 p.
41. Chou, C. M., Lee, C. H., & Lee, C. Y. (2013). Design and implementation of a wireless sensor network for fire detection in smart buildings. Sensors, 13(10), 13267-13283.
42. Palensky, P., & Dietrich, D. (2011). Demand side management and smart grids: An overview of recent developments. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 7(3), 381-388.