

Вінницький національний технічний університет  
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії  
Кафедра обчислювальної техніки

**Пояснювальна записка**

до комплексного бакалаврського дипломного проекту на тему:

Мікропроцесорна система охоронної пожежної сигналізації.

Частина 2. «Кінцеві модулі».

08-23. БДП.049.00.000 ПЗ

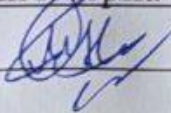
Виконав: студент 4 курсу, групи ІКІ-186  
спеціальності

123 Комп'ютерна інженерія,

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

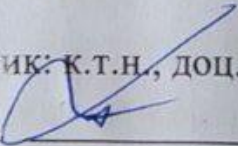
освітня програма

«Комп'ютерна інженерія»

  
Молоков М.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. каф. ОТ

  
Тарновський М.Г.

(прізвище та ініціали)

Вінницький національний технічний університет  
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії  
Кафедра обчислювальної техніки

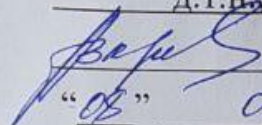
Освітньо-кваліфікаційний рівень \_\_\_\_\_ бакалавр \_\_\_\_\_

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

### ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ ОТ \_\_\_\_\_

д.т.н. проф. Азаров О. Д \_\_\_\_\_

  
"08" 02 2022 р.

## ЗАВДАННЯ НА КОМПЛЕКСНИЙ БАКАЛАВРСЬКИЙ ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Молокову М. Р.

1 Тема роботи: Мікропроцесорна система охоронної пожежної сигналізації. Частина 2. «Кінцеві модулі», керівник роботи к.т.н., доц. каф. ОТ Тарновський М. Г. затверджені наказом ВНТУ від 24 березня 2022 року № 66 .

2 Термін подання студентом проєкту: 21.06.2022.

3 Вихідні дані до роботи: призначення системи — виявлення первинних ознак пожежі, надання сигналу про появу займання та місце його розташування, тип системи — розподілена, призначення блоку — організація взаємодії з пожежними сповіщувачами різних типів, передача повідомлень про зміну контрольованих параметрів у приймально-контрольний блок.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): обґрунтування доцільності розробки; аналіз сучасних підходів до побудови систем пожежної сигналізації, розробка структурних схем системи та кінцевого модуля, вибір елементної бази, розробка функціональної схеми кінцевого модуля.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): структурна схема системи, структурна схема кінцевого модуля, функціональна схема кінцевого модуля.

6 Консультанти розділів роботи приведені в таблиці 1.

Таблиця 1— Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Тарновський М. Г, доцент кафедри ОТ		20.06.22 

7 Дата видачі завдання «10» 02 2022 р.

8 Календарний план виконання БДР приведений в таблиці 2.

Таблиця 2 — Календарний план

№ з/п	Назва етапів бакалаврської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1	Формування та затвердження теми бакалаврської дипломної роботи (БДР)	11. 02. 22.	Виконано
2	Формування та видача завдання БДР	13. 02. 22.	Виконано
3	Виконання оглядової частини БДР. Перший рубіжний контроль виконання БДР	24. 03. 22.	Виконано
3	Виконання спеціальної частини БДР. Другий рубіжний контроль виконання БДР	07. 04. 22.	Виконано
5	Попередній захист БДР	18. 05. 22.	Виконано
6	Нормоконтроль БДР	22. 06. 22.	Виконано
7	Рецензування БДР	20. 06. 22.	Виконано
8	Захист БДР	22. 06. 22.	Виконано

Студент

(підпис)

Молоков М. Р.

Керівник роботи

(підпис)

Тарновський М. Г.

## Анотація

Молоков М. Р. Мікропроцесорна система охоронної пожежної сигналізації. Частина 2. «Кінцеві модулі». Комплексний бакалаврський дипломний проєкт зі спеціальності 123 — Комп'ютерна Інженерія, Вінниця: ВНТУ, 2022.

Проаналізовано сучасні підходи до побудови та функціональної організації систем пожежної безпеки, визначені принципи побудови системи пожежної сигналізації зі спрощеною структурою, розроблені структурні та функціональні схеми кінцевого модуля адресно-аналогової системи пожежної сигналізації, що забезпечує збір та аналіз інформації від пожежних сповіщувачів, включених в адресний та неадресний шлейфи.

Ключові слова: пожежна безпека, пожежна сигналізація, первинні ознаки пожежі, пожежний сповіщувач, адресно-аналогова система, кінцевий модуль, контролер шлейфу.

## Abstract

Molokov MR Microprocessor system of security fire alarm. Part 2. "Final modules". Complex bachelor's qualification project in specialty 123 — Computer Engineering, Vinnytsia: VNTU, 2022.

Modern approaches to construction and functional organization of fire safety systems are analyzed, principles of construction of fire alarm system with simplified structure are defined, structural and functional schemes of the final module of address-analog fire alarm system are developed. unaddressed loops.

Key words: fire safety, fire alarm system, primary signs of fire, fire detector, address-analog system, end module, loop controller.

## Зміст

Вступ.....	7
1 Обґрунтування доцільності розробки .....	9
1.1 Обґрунтування актуальності теми .....	9
1.2 Аналіз сучасних підходів до побудови систем пожежної сигналізації.....	10
1.3 Вибір та обґрунтування аналогів.....	17
2 Визначення структурної побудови системи пожежної сигналізації .....	22
2.1 Аналіз загальних принципів побудови адресно-аналогової системи пожежної сигналізації.....	22
2.2 Аналіз підходів до функціональної організації кінцевого модуля .....	25
2.3 Розробка структурної схеми кінцевого модуля .....	32
3 Визначення функціональної побудови приймально-контрольного блоку ....	37
3.1 Аналіз можливої реалізації структурних блоків та вибір елементної бази.....	37
3.2 Розробка функціональної схеми кінцевого модуля.....	45
Висновки.....	49
Перелік джерел посилання .....	50
Додаток А Технічне завдання.....	53
Додаток Б Структурна схема мікропроцесорної системи пожежної сигналізації.....	57
Додаток В Структурна схема кінцевого модуля .....	58
Додаток Г Функціональна схема кінцевого модуля.....	59
Додаток Д Протокол перевірки роботи на наявність текстових запозичень ...	60

					<i>08-23.БДП.049.00.000.ПЗ</i>					
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Молоков М. Р.</i>			<i>Мікропроцесорна система охоронної пожежної сигналізації. Частина 2. «Кінцеві модулі» Пояснювальна записка</i>				5	24
<i>Перевір.</i>		<i>Гарновський М.Г.</i>								
<i>Реценз.</i>		<i>Лужецький В.А.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Швець С. І.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Азаров О.Д.</i>								
								<i>ВНТУ, ІКІ-186</i>		

## Вступ

Пожежі завдають величезного матеріального збитку і у ряді випадків супроводжуються загибеллю людей. Тому захист від пожеж є найважливішим обов'язком кожного члена суспільства і проводиться в загальнодержавному масштабі.

Пожежна безпека – це стан об'єкту, при якому виключається можливість пожежі, а у разі його виникнення використовуються необхідні заходи по усуненню негативного впливу небезпечних чинників пожежі на людей, споруди і матеріальних цінностей [1].

Пожежна безпека може бути забезпечена заходами пожежної профілактики і активного пожежного захисту. Пожежна профілактика включає комплекс заходів, направлених на попередження пожежі або зменшення його наслідків. Активний пожежний захист – заходи, що забезпечують успішну боротьбу з пожежами або вибухонебезпечною ситуацією.

Протипожежний захист має своїй на меті дослідження найбільш ефективних, економічно доцільних і технічно обгрунтованих способів і засобів попередження пожеж і їх ліквідації з мінімальним збитком при найбільш раціональному використанні сил і технічних засобів гасіння [1-3].

Ефективність активного пожежного захисту визначається своєчасним отриманням сигналу про появу займання та місце його розташування. Ці функції забезпечуються системою протипожежної сигналізації, що складається з технічних засобів для виявлення пожежі, засобів обробки сигналів від датчиків та формування інформаційних повідомлень про факт займання та його локацію.

Бурхливий розвиток мікроелектроніки в кінці минулого століття дозволив закласти в традиційний пороговий пожежний сповіщувач функції характерні для адресно-аналогових систем [4]. Сучасні пожежні сповіщувачі, реалізуючи алгоритм обробки інформації, які раніше могли використовуватися тільки в контрольних приладах дозволяють значно підвищити завадостійкість пожежної сигналізації і понизити практично до нуля вірогідність помилкових

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

сигналів.

**Об'єктом дослідження** є процеси, що протікають в охоронно-пожежних сигналізаціях.

**Предметом дослідження** є кінцевий модуль система охоронно-пожежної сигналізації.

**Метою** даного бакалаврського дипломного проекту є розширення функціональних можливостей кінцевого модуля системи.

Для досягнення поставленої мети в проекті розв'язуються такі задачі:

- аналіз сучасних тенденцій в області систем пожежної сигналізації;
- аналіз типів сучасних пожежних сповіщувачів та основних особливостей їх використання;
- визначення структурної та функціональної побудови кінцевого модуля систем пожежної сигналізації з розширеними функціональними можливостями.

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8



# 1 Обґрунтування доцільності розробки

## 1.1 Обґрунтування актуальності теми

Ефективність боротьби з пожежею, яка може бути оцінена матеріальними та часовими витратами на її ліквідацію, а також матеріальними збитками, причиненими нею, в першу чергу визначається своєчасним надходження інформації по її виникненню. Сьогодні для своєчасного виявлення займання, отримання та обробки інформації про місце його знаходження і передачі цих даних відповідним службам, широко використовуються системи протипожежної сигналізації – комплекси технічних засобів, які служать для виявлення займання [1], [5].

Система пожежної сигналізації – комплекс технічних засобів, які служать для виявлення займання. Пожежна сигналізація встановлюється в комплексі з системами безпеки і інженерними системами будівлі, забезпечуючи достовірною адресною інформацією системи сповіщення, пожежогасінні, димовидалення, контролю доступу і ін.

Основні функції пожежної сигналізації забезпечуються різними технічними засобами [3]-[5]:

- датчиками або пожежними сповіщувачами – для виявлення пожежі;
- приймально-контрольною апаратурою і периферійними пристроями для обробки інформації і формування сигналів тривоги.

Окрім цих функцій, охоронна пожежна сигналізація повинна формувати команди на включення автоматичних установок пожежогасінні і димовидалення, систем сповіщення про пожежу. Основні технічні показники та характеристики системи протипожежної сигналізації визначаються, перш за все, характеристиками та функціональними можливостями використовуваних пожежних сповіщувачів.

За рахунок розвитку елементної і технологічної бази, в даний час з'явилися інтелектуальні пожежні сповіщувачі, що забезпечують пожежну безпеку на самок високому рівні. Крім того, високий ступінь інтеграції і

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

використання поверхневого монтажу визначили можливість випуску комбінованих сповіщувачів, контролюючих декілька різних ознак при одночасному збільшенні ресурсу сповіщувачів до 500-700 тис. годин і зниженні їх вартості [6].

Проте, слід зазначити, що вартість сповіщувачів, що можуть контролювати кілька ознак пожежі залишаються порівняно високою. Крім того, одночасна дія кількох факторів, що зазвичай відбувається на практиці, може викликати зміну чутливості повідомлювана у широких межах. До того ж, у процесі експлуатації відбувається зниження чутливості через накопичування пилу, старіння компонентів і т.і. [5], [7], що негативно впливає на можливість раннього виявлення загоряння та оповіщення персоналу. При цьому підвищується імовірність помилкових спрацювань, які ведуть до збільшення матеріальних затрат, пов'язаних з приїздом пожежних розрахунків, спрацюванням системи пожежогасіння, евакуацією людей, тощо.

Помилкові спрацювання змушують вимикати систему пожежної сигналізації та переводити виконавчі пристрої пожежної автоматики з автоматичного режиму у ручний. У багатьох випадках управління виконавчими пристроями пожежної автоматики в ручному режимі є неможливим через особливості їх функціональної побудови та відсутність відповідного персоналу. Таким чином вдосконалення системи протипожежної сигналізації спрямоване на своєчасність та достовірність виявлення ознак займання є актуальним технічним завданням.

## 1.2 Аналіз сучасних підходів до побудови систем пожежної сигналізації

Сучасна апаратура пожежної сигналізації ж складним комплексом технічних та програмних засобів. Залежно від поставлених завдань, існує три основні категорії обладнання пожежної сигналізації [3], [5]:

- модуль централізованого управління пожежною сигналізацією (у невеликих системах завдання централізованого управління виконує контрольна панель);

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

- обладнання збору і обробки інформації з датчиків пожежної сигналізації: приймально-контрольні прилади та охоронно-пожежні модулі (панелі);

- сенсорні пристрої - датчики або сповіщувачі пожежної сигналізації.

Пожежна і охоронна сигналізація можуть мати єдині системи управління і спостереження. При цьому вони обслуговуються незалежними один від одного постами управління, що зберігають автономність у складі системи пожежної сигналізації. На невеликих об'єктах пожежна сигналізація управляється приймально-контрольними приладами.

Приймально-контрольний прилад здійснює живлення пожежних датчиків, прийом тривожних сповіщень від датчиків, формує повідомлення, а також передає їх на станцію централізованого спостереження, формує сигнали тривоги на спрацювання інших систем.

Сповіщувачі є визначальними елементами системи пожежної сигналізації, параметри яких визначають основні параметри всієї системи. За їх допомогою забезпечується перетворення первинних ознак пожежі в електричний сигнал, що обробляється приймально-контрольними приладами. За принципом формування інформаційного сигналу про пожежу сповіщувачі пожежної сигналізації поділяються на пасивні та активні. Пасивні сповіщувачі реагують на зміну параметрів навколишнього середовища. Активні – генерують сигнал і реагують на зміну його параметрів. У сучасних системах охоронної пожежної сигналізації застосовуються такі основні типи сповіщувачів [5] - [7]:

- теплові;
- димові;
- світлові;
- іонізаційні;
- комбіновані.

Кожен сповіщувач має свій перелік основних технічних характеристик, визначуваних відповідними стандартами. В той самий час, навіть однотипні сповіщувачі мають відмінності в конструктивних особливостях складових

					<i>08-23.БДП.049.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

частин, зручності експлуатації, надійності, рівні дизайну, що враховується при виборі того або іншого приладу або фірми-виробника.

У більшості випадків, при горінні виділяється дим, який є дрібними твердими частинками речовини, що горить, і її з'єднань з газами складовими атмосфери. Таким чином, сповіщувач, виявивши дим, швидше за все, сигналізує і про те, що почалося, або ось-ось почнеться спалах. Сповіщувачі, що виявляють займання при наявності в повітрі диму, називають димовими сповіщувачами [6].

За принципом дії димові сповіщувачі діляться на оптичні і іонізаційні. Оптичні димові сповіщувачі реагують на зміну прозорості повітря в приміщенні, використовуючи оптичний ефект розсіювання випромінювання на частинках диму. Вимірювальна камера оптоелектронного сповіщувача містить оптоелектронну пару. Як джерело оптичного випромінювання найчастіше використовується світлодіод. Як приймач оптичного випромінювання світлодіода може використовуватися фоторезистор або фотодіод. При потраплянні частинок диму в оптичну камеру відбувається ефект розсіювання інфрачервоного випромінювання, внаслідок якого змінюється значення світлового потоку, що потрапляє на фотоприймач. Чим більша концентрація частинок диму у повітрі, тим сильніше змінюється сигнал фотоприймача [7].

Іонізаційні є більш чутливими і здатні виявити пожежу на ранній стадії. В основі функціонування іонізаційних димових сповіщувачів лежить здатність димових частинок притягати іони повітря. Іонізаційні сповіщувачі мають дві окремі камери: вимірювальну та контрольну. Контрольна камера є закритою, а тому ізольована від потрапляння у неї частинок диму. Кожна камера має два електроди. Повітря усередині камери іонізується слабким радіоактивним джерелом. У результаті між електродами виникає стабільний електричний струм. Димові частинки, потрапляючи в камеру, змінюють (зменшують) значення цього струму, що і фіксується сповіщувачем. Вихідний сигнал сповіщувача формується за різницею між струмами у вимірювальній та контрольній камерах [7], [8].

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Іонізаційні димові сповіщувачі здатні фіксувати димові частинки дуже малого розміру, які утворюються при інтенсивних процесах горіння. Вони також мають дуже низький струм споживання. Проте вони мало придатні для виявлення процесів тління, у результаті яких утворюються крупні частинки, а також для виявлення процесів горіння пластмас, що супроводжуються утворенням електрично заряджених частинок. Крім того, вони є чутливими до змін вологості, тиску, температури та швидкості руху повітря, а також є складними з точки зору утилізації [8].

Крім оптичних та іонізаційних димових сповіщувачів знаходять застосування комбіновані, що в одному корпусі об'єднують оптичний та іонізаційний датчики. Такі сповіщувачі працюють за двома кутами відбивання світла, що надає можливість аналізувати співвідношення характеристик прямого та зворотного розсіювання світла, визначаючи тип диму а знижуючи кількість хибних спрацювань. Це повз тим, що відношення прямого розсіяного світла до зворотного для темного диму більше, ніж для світлого.

Теплові сповіщувачі контролюють температуру у наколишньому середовищі. Необхідність їх застосування обумовлена тим, що окремі матеріали горять практично без виділення диму. Крім того, часто у повітрі присутня висока концентрація аерозольних частинок, які не пов'язані з процесом горіння, наприклад, водяна пара.

За принципом дії теплові сповіщувачі діляться на термоконтатні та диференціальні. Принцип дії термоконтатних теплових сповіщувачів заснований на руйнації при підвищенні температури чутливого елемента. При нагріванні розплавляється контактна пластина. Внаслідок цього розривається електричне коло, що використовується для формування тривожного сигналу.

Як чутливий елемент може використовуватися і напівпровідниковий елемент. Зі збільшенням температури опір такого елемента зменшується, що викликає збільшення струму, що протікає крізь нього. Тривожний сигнал формується при перевищенні значення струму деякого порогового значення. Сповіщувачі з напівпровідниковим чутливим елементом характеризуються

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

більшою швидкістю реакції та надають можливість задавати значення порогової напруги спрацювання. Крім того, при спрацюванні вони не втрачають працездатності, оскільки напівпровідниковий чутливий елемент не зазнає руйнування [8], [9].

У диференціальних теплових сповіщувачах чутливим елементом є термопара. Такий сповіщувач здатний сигналізувати не тільки про перевищення абсолютного значення температури в приміщенні, де він встановлений, але і про швидкість зміни цієї температури, що перевищує допустимі значення. Можливий варіант використання двох термоелементів, один з яких розташовується всередині корпусу, а інший – зовні. Струми, що протікають через ці два кола, надходять на входи диференційного підсилювача, вихідний сигнал якого пропорційний різниці значень сигналів на його входах. Перевагою диференціальних теплових пожежних сповіщувачів є малий час реакції на пожежу [7].

Існують ще лінійні теплові сповіщувачі, принцип дії яких заснований на властивості матеріалів розширюватися при збільшенні температури. Конструкція сповіщувача містить два стрижня, що виготовлені з матеріалів з різними коефіцієнтами лінійного розширення. У результаті при зміні температури довжина стрижнів змінюється по-різному. За різницею у довжині стрижнів при відомих коефіцієнтах лінійного розширення використовуваних матеріалів можна визначити температуру. Сповіщувачі, побудовані на такому принципі, називаються ділатометричними. Чим більші відмінності в коефіцієнтах лінійного розширення матеріалів стрижнів та чим більша їх довжина, тим менша зміна температури може бути зафіксована [9].

Ще одним типом пожежних сповіщувачів є сповіщувачі полум'я, що реагують на електромагнітні хвилі, що випромінюються нагрітими тілами. Випромінювання відкритого вогню охоплює спектральний діапазон від ультрафіолетової до інфрачервоної області спектра. Сьогодні найбільш широкого застосування отримали сповіщувачі полум'я, що реагують на ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання. Чутливим елементом

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

ультрафіолетового сповіщувача є високовольтний газорозрядний індикатор. При появі відкритого вогню, підвищується інтенсивність ультрафіолетового випромінювання, що збільшує інтенсивність розрядів між електродами індикатора. Такий сповіщувач здатен проконтролювати площу до 200 м<sup>2</sup> при висоті установки до 20 м. В основі інфрачервоного сповіщувача лежить інфрачервоний чутливий елемент, на який за допомогою оптичної фокусуючої системи спрямовується випромінювання, яке виникає у процесі займання [9].

Перевагою сповіщувачів полум'я є висока швидкодія. Вони ефективні в тих випадках, коли при займанні відразу виникає відкрите полум'я. Проте вони не здатні виявляти тліючі пожежі, оскільки сильне димоутворення сильно розсіює та поглинає світлове випромінювання осередку пожежі [7].

Для отримання інформації про тривожну ситуацію на об'єкті до складу охоронно-пожежної сигналізації входять сповіщувачі, що відрізняються один від одного типом контрольованого фізичного параметра, принципом дії чутливого елемента, способом передачі інформації на центральний пульт управління сигналізацією.

Кожен тип сповіщувача має свій перелік основних технічних характеристик, які визначаються відповідними стандартами. У той же час, навіть однотипні сповіщувачі мають відмінності у конструктивних особливостях складових частин, зручності експлуатації, надійності, рівні дизайну, що враховується при виборі того чи іншого приладу чи фірми-виробника.

Пожежні сповіщувачі формують шлейфи пожежної сигналізації, які підключаються до спеціальних пристроїв контролю, що забезпечують безперервний збір інформації від сповіщувачів. Найчастіше такими пристроями є так звані приймально-контрольні пристрої або панелі, що відрізняється інформаційною ємністю - кількістю контрольованих шлейфів сигналізації та ступенем розвитку функцій управління та оповіщення. Розрізняють контрольні панелі охоронно-пожежної сигналізації для малих, середніх та великих об'єктів.

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Залежно від способів виявлення тривоги і формування сигналів, сповіщувачі і системи охоронно-пожежної сигналізації діляться на неадресні, адресні і адресно-аналогові [6], [8].

У неадресних системах використовуються порогові сповіщувачів, що мають фіксований поріг чутливості. Сповіщувачів об'єднуються у групи, кожна з яких включається в один шлейф охоронно-пожежної сигналізації. Оскільки порогові сповіщувачів при фіксації ознак пожежі змінюють свій вихідний опір, у разі спрацювання одного зі сповіщувачів формується сигнал тривоги у всьому шлейфі. Характерною ознакою неадресних систем є те, що рішення про пожежу приймається безпосередньо у сповіщувачів. Оскільки на роботу сповіщувача можуть впливати різні зовнішні фактори, наприклад, забруднення або стрибки напруги, при такому підході існує висока імовірність хибних спрацювань.

Адресні системи відрізняються наявністю в сповіщенні інформації про адресу приладу охоронно-пожежної сигналізації, що дозволяє визначити зону пожежі з точністю до місця розташування сповіщувача. Кожен сповіщувач має свій унікальний адрес, що дозволяє приймально-контрольному пристрою відрізнити який саме сповіщувач спрацював.

Адресно-аналогова охоронно-пожежна сигналізація є найбільш інформативною і розвиненою. У такій системі застосовуються інтелектуальні сповіщувачі охоронно-пожежної сигналізації, в яких поточні значення контрольованого параметра разом з адресою передаються приладом по шлейфу охоронно-пожежної сигналізації. Такий спосіб моніторингу використовується для раннього виявлення тривожної ситуації, отримання даних про необхідність технічного обслуговування приладів унаслідок забруднення або інших чинників. Окрім цього, адресно-аналогові системи дозволяють, не перериваючи роботу охоронно-пожежної сигналізації, програмно змінювати фіксований поріг чутливості сповіщувача [6], [8].

В адресно-аналогових системах отримання інформації від сповіщувачів здійснюється за принципом їх опитування. Для цих цілей часто

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16



крім приймально-контрольних пристроїв використовуються додаткові контролери адресних шлейфів. Приймально-контрольний пристрій або контролер адресного шлейфу обмінюється інформацією з кожним сповіщувачем по черзі за зростанням їх адресів. На кожному періоді опитування від кожного сповіщувача отримується нова інформація про обстановку в місці його розташування та про його стан. При зміні ситуації на об'єкті запускається відповідна програма управління пожежною автоматикою та інженерними системами та формуються відповідні повідомлення.

### 1.3 Вибір та обґрунтування аналогів

Одним з аналогів розглядуваної системи є система пожежної сигналізації від групи компаній «Охорона і Безпека» (Україна) [10]. Обладнання та програмне забезпечення, що випускається компанією «Охорона та безпека», виходить під торговими марками "Лунь", "Алет", "Орлан", "Фенікс" [11].

Основу системи складає приймально-контрольний охоронно-пожежний пристрій «Лунь-25», призначений для контролю стану шлейфів охоронної та пожежної сигналізації, включених за двопровідною схемою, а також управління світловими та/або звуковими оповіщувачами та передачі сповіщень на пульт централізованого спостереження бездротового каналу зв'язку GSM «Орлан» або працювати автономно.

Кінцеве обладнання система пожежної сигналізації, яке забезпечує підключення пожежних сповіщувачів до приймально-контрольного пристрою, складається з модуля розширення «Лунь-11Е» (рис. 1.1) та адресний модуль «АМ-11» (рис. 1.2).

Основні технічні характеристики модуля розширення «Лунь-11Е» [11]:

- кількість зон – 10;
- контроль обриву зв'язку (при обриві зв'язку генерується подія із зазначенням адреси розширювача);
- типи зон, шлейфів – ідентичні Лунь-11;
- основне застосування – для розширення зон.

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17



Рисунок 1.1 - Модуль розширення «Лунь-11Е»



Рисунок 1.2 - Адресний модуль «АМ-11»

Адресний модуль «АМ-11» забезпечує додавання 3 охоронних нормально-замкнутих зон. Живлення відбувається від приймально-контрольного пристрою. Може встановлюватись у корпусі сповіщувача [11].



Рисунок 1.3 - Модуль сповіщувача FMZ5000 системи Minimax

Ще одним з аналогів є система пожежної сигналізації від групи компаній

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Minimax Viking (Німеччина) [12]. Одним з головних елементів системи є модуль сповіщувача FMZ5000 (рис. 1.3). Функціональний модуль пожежної сигналізації FMZ5000 включає 4 лінії сповіщувачів із моніторингом струму спокою для підключення типових сповіщувачів. Спрацювання детектора супроводжується збільшенням струму. Кожна лінія має 4 регульовані пороги: струм спокою, обрив проводу, коротке замикання, подія. Напругу кожної лінії можна регулювати окремо в діапазоні від 9 В до 20 В [13].

Особливості модуля FMZ5000:

- широкий вибір типів сповіщувачів, доступних для використання завдяки широкому діапазону регулювання лінійних напруг і порогів струму;
- усі налаштування виконуються за допомогою програми конфігурації MxSysCon;
- не потребує налаштування синхронізації.

Основні технічні характеристики FMZ 5000 [13]:

- робоча напруга від 19 В до 29 В постійного струму;
- струм спокою від 2 mA до 50 mA DC;
- напруга мережі від 9 В до 20 В постійного струму;
- струм тривоги від 5 mA до 80 mA DC;
- кінцевий резистор 1,8 кОм.

Найбільш близькою для розглядуваної системи є адресна "Tiras PRIME A" система пожежної сигналізації від компанії «Tiras» (Україна) [14], яке є інноваційною системою, призначеною для захисту об'єктів будь-якого розміру. Це абсолютно новий погляд на пожежну безпеку: сучасна програмно-апаратна платформа, високі технології, доступна ціна та вражаючі можливості, невластиві ще жодному вітчизняному аналогу.

Центром системи є потужний приймально-контрольний пристрій «Tiras PRIME A», який координує роботу, здійснює контроль і моніторинг всіх компонентів системи. Крім приймально-контрольного пристрою одним з головних компонентів системи є універсальний адресний модуль, який, в залежності від конфігурації, може використовуватись як адресний блок

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

живлення, розширювач входів/виходів/реле, розширювач адресних інтерфейсів AM-MULTI+ (рис. 1.4).

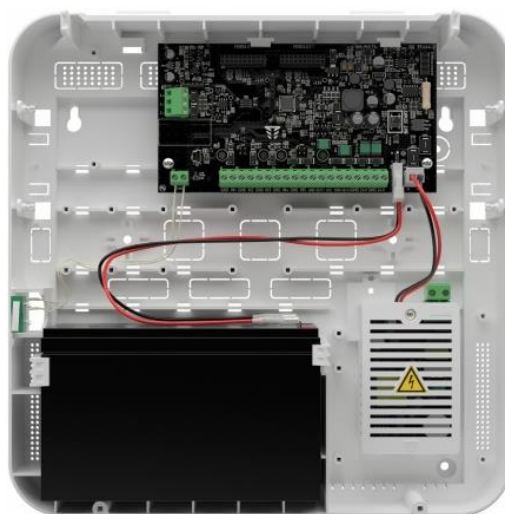


Рисунок 1.4 - Універсальний адресний модуль

Основні технічні параметри універсального адресного модуля AM-MULTI+ [15]:

- 5 універсальних параметричних входів для підключення пожежних сповіщувачів;
- 2 контрольовані виходи оповіщення;
- 2 виходи живлення +24В із сумарним вихідним струмом до 800 мА;
- резервне живлення – АКБ 12В з ємністю 7 А·год;
- інтелектуальний зарядний пристрій з контролем якості АКБ;
- імпульсне джерело живлення 12В / 2А;
- можливість підключення додаткових модулів (до 2-х): - М - OUT2R (два додаткових релейних виходи); - М – LOOP (додатковий АІ);
- підтримка до 250 адресних сповіщувачів при використанні одного чи двох М-LOOP;
- підключення в адресний інтерфейс.

Враховуючи основні показники розглянутих аналогів можна визначити основні напрями, що дозволять досягти мету бакалаврської роботи. Підвищення достовірності спрацювання системи протипожежної сигналізації може бути досягнуто за рахунок одночасного контролю різних факторів, що

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

супроводжують займання та процес горіння, внесення змін в побудову та алгоритм функціонування системи. Зокрема, кінцеві модулі повинні забезпечувати адресний контроль за задимленістю та температурою у великому секторі та формувати сигнал «ПОЖЕЖА» на підставі комплексних змін сигналів, що формуються датчиками. Це дозволить зменшити інформаційне навантаження на приймально-контрольний блок за рахунок скорочення кількості підключеного до нього обладнання та необхідності обробляти великий потік інформації. Крім того, це зменшить загальну довжину сигнальних ліній, що підвищить стійкість до електромагнітних завад.

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

## 2. Визначення структурної побудови системи пожежної сигналізації

Як було зазначено у першому розділі найбільш ефективними з організації протипожежного захисту є адресно-аналогові системи охоронно-пожежної сигналізації. Такі системи передбачають застосування «інтелектуальних» сповіщувачів, які разом з адресом передають поточні значення контрольованого параметра. Такий спосіб моніторингу дозволяє виявляти тривожну ситуацію на ранніх стадіях, контролювати працездатність приладів та приймати рішення про необхідність обслуговування приладів внаслідок їх забруднення або інших факторів. Крім цього, адресно-аналогові системи дозволяють, не перериваючи роботу охоронно-пожежної сигналізації, програмно змінювати фіксований поріг чутливості сповіщувачів, щоб адаптувати параметри їх функціонування до умов експлуатації на об'єкті [19]. Враховуючи усе викладене вище розглядувану у даній бакалаврській роботі систему будемо будувати як адресно-аналогову.

### 2.1 Аналіз загальних принципів побудови адресно-аналогової системи пожежної сигналізації

Залежно від масштабу завдань, які вирішує система пожежної сигналізації, до її складу входить обладнання трьох основних категорій:

- обладнання централізованого управління пожежною сигналізацією, наприклад, центральний комп'ютер з встановленим на ньому програмним забезпеченням для управління охоронно-пожежною сигналізацією; у невеликих системах пожежної сигналізації завдання централізованого управління виконує охоронно-пожежна панель;
- обладнання збору та обробки інформації з датчиків пожежної сигналізації: приймально-контрольні пристрої (панелі);
- сенсорні пристрої –сповіщувачі пожежної сигналізації.

Відмінною особливістю адресної та адресно-аналогової пожежної сигналізації є можливість побудувати її за кільцевою архітектурою, що

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

підвищує надійність її функціонування. Деякі контрольні пристрої пожежної сигналізації допускають кілька варіантів організації кільцевих шлейфів, що полегшує проектування пожежної сигналізації. Прилади адресної або адресно-аналогової пожежної сигналізації можуть працювати і з неадресними сповіщувачами та контролювати неадресні шлейфи пожежної сигналізації.

Загальна структура адресно-аналогової системи пожежної сигналізації представлена на рис. 2.1.

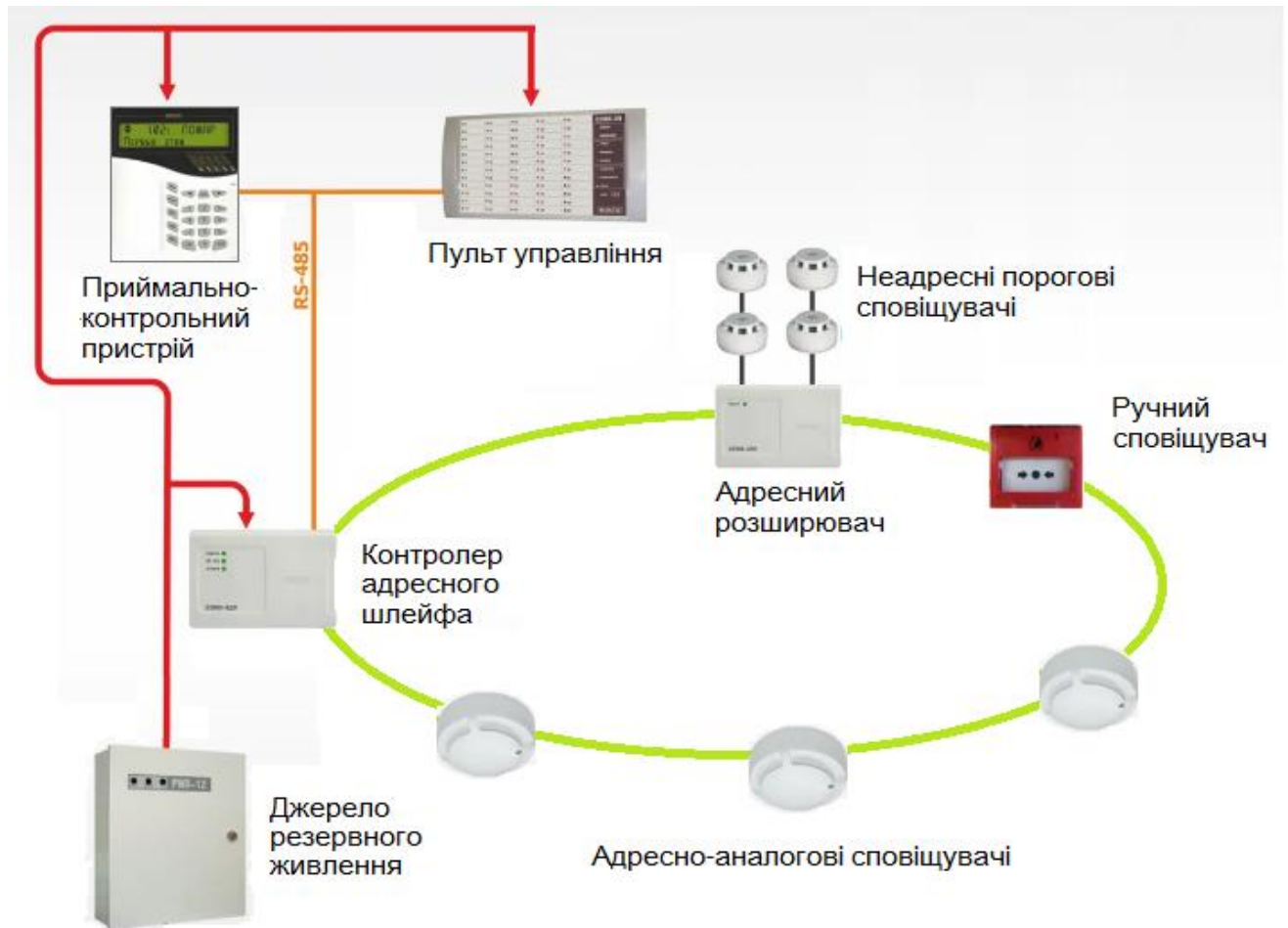


Рисунок 2.1 – Система адресно-аналогової пожежної сигналізації

Основним елементом системи є приймально-контрольний пристрій, що є технічним засобом контролю та реєстрації інформації. Приймально-контрольні пристрої забезпечують безперервний збір інформації від пожежних сповіщувачів, аналіз тривожної ситуації на об'єкті, формування та передачу сповіщень про стан об'єкта на пульт централізованого спостереження, а також управління місцевими світловими та звуковими оповіщувачами та

індикаторами. Крім цього, у ряді випадків приймально-контрольний пристрій забезпечує електроживлення сповіщувачів.

Управління приймально-контрольними пристроями пожежної сигналізації здійснюється за допомогою клавіатури та індикаторного приладу, які входять до його складу, або за допомогою окремого пульта управління. Останні використовується тоді, коли кількість елементів ручного управління та індикації на самому приймально-контрольному пристрої є недостатньою, для забезпечення управління та відображення стану усього обладнання, що входить до складу системи та розташоване у різних зонах контролю. Основним способом організації управління є використання програмованих кнопок, за допомогою яких здійснюється постановка/зняття з охорони всю систему чи її частину, запрограмувати необхідні налаштування, змінити паролі, переглянути пам'ять тривог або несправностей. Відображення стану обладнання здійснюється за допомогою різнокольорової світлодіодної індикації.

Підключення адресних сповіщувачів до приймально-контрольного пристрою здійснюється через контролер адресного шлейфа. Організація протипожежного захисту на великих об'єктах вимагає використання великої кількості пожежних сповіщувачів. Оскільки кількість сповіщувачів, що можуть бути підключена до однієї лінії зв'язку (до одного шлейфа) обмежена, об'єкт поділяється на зони. Контроль за пожежною безпекою у кожній зоні здійснюється окремою групою адресних сповіщувачів, що підключаються до одного адресного шлейфа. Відповідно до цього, контролер адресного шлейфа є проміжною ланкою, що забезпечує взаємодію приймально-контрольного пристрою з групою пожежних сповіщувачів контрольованої зони, і дозволяє зменшити навантаження на приймально-контрольний пристрій, оскільки бере на себе завдання опитування стану сповіщувачів, що підключені до нього. Крім контролю за станом сповіщувачів контролер адресного шлейфа може забезпечувати керування різними адресними кінцевими пристроями, такими як засоби оповіщення, димовидалення, пожежогасіння. Можливість використання в одній системі адресних та неадресних сповіщувачів

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24



забезпечується адресними розширювачами.

Як основне джерело живлення в системах пожежної сигналізації, як правило, використовується мережеве електроживлення приймально-контрольних пристроїв. Інші пристрої живляться від низьковольтних вторинних джерел постійного струму або від шлейфу пожежної сигналізації. У разі зникнення мережного електроживлення охоронно-пожежна сигналізація повинна продовжити безперебійно функціонувати. Для виконання цієї вимоги система пожежної сигналізації забезпечується джерелом резервного електроживлення. Резервне живлення може забезпечене або за рахунок використання резервних (додаткових) джерел чи ліній електропостачання, або акумуляторних батарей.

В даному бакалаврському проекті ставиться задача розробки кінцевого модуля системи пожежної сигналізації. Відповідно до загальних принципів побудови адресно-аналогової системи пожежної сигналізації, які відображені схемою на рис. 2.1, таким модулем є контролер адресного шлейфа.

Не зважаючи на те, що приймально-контрольний пристрій є головним модулем системи, який приймає рішення про наявність чи відсутність займання, це рішення приймається за сигналами від датчиків, які приймально-контрольний модуль отримує за допомогою кінцевого модуля. Відповідно до цього кінцевий модуль є другим за ієрархією пристроєм системи пожежної сигналізації, який функціонально розвантажує приймально-контрольний пристрій.

## 2.2 Аналіз підходів до функціональної організації кінцевого модуля

Як було зазначено у попередньому підрозділі у розглядуваній системі пожежної сигналізації кінцевий модуль є тим пристроєм, що безпосередньо взаємодіє з пожежними сповіщувачами та кінцевими виконавчими пристроями. Зазначене обладнання підключається до сигнальних ліній, які називаються шлейфами сигналізації. В адресно-аналогових системах по шлейфу до сповіщувачів надсилаються кодові послідовності, кожна з яких містить адресне поле,

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

що дозволяє звертатися до конкретного сповіщувача. Відповідно до цього шлейфи в адресно-аналогових системах називають адресними.

Як правило адресні сповіщувачів та кінцеві адресні виконавчі пристрої розбиваються на групи, кожна з яких відповідає певній контрольованій зоні на об'єкті. Все обладнання групи підключається до одного адресного шлейфа. Для забезпечення взаємодії з обладнанням багатьох зон можна використати два підходи до побудови кінцевого модуля.

При першому варіанті кінцевий модуль підтримує підключення одного адресного шлейфа. Таким чином на кожному контрольовану зону приходиться один кінцевий модуль. Тоді кількість кінцевих модулів в системі буде дорівнювати кількості зон.

При другому підході кінцевий модуль будується з кількома каналами для підключення адресних шлейфів. У цьому випадку один кінцевий модуль буде надавати можливість забезпечувати контроль за кількома зонами. У результаті кількість використовуваних у системі кінцевих модулів буде меншою, ніж при першому варіанті. Проте при такому підході знижується надійність системи, адже вихід з ладу кінцевого модуля може залишити без охорони значну частину об'єкта.

Таким чином вибираємо варіант реалізації кінцевого модуля, при якому він працюватиме лише з одним адресним шлейфом. Це дозволить не лише підвищити надійність системи, а й знизити вимоги до продуктивності елементної бази, потрібної для реалізації кінцевого модуля, оскільки більша кількість підключених адресних шлейфів веде до збільшення кількості кінцевих пристроїв, на сам перед сповіщувачів, з якими необхідно підтримувати обмін даними.

У типовій системі адресно-аналогової пожежної сигналізації, що зображена на рис. 2.1, для отримання можливості використання неадресних сповіщувачів, застосовується адресний розширювач. Цей пристрій підключається до адресного шлейфу, тому сигнали про спрацювання неадресних сповіщувачів подаються в приймально-контрольний пристрій

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

через кінцевий модуль. Для зменшення номенклатури необхідного для побудови системи обладнання передбачимо можливість підключення неадресних сповіщувачів безпосередньо до кінцевого модуля.

Відповідно до зазначеного вище приходимо до системи пожежної сигналізації, структурна схема якої представлена у додатку Б. Головним елементом системи є приймально-контрольний блок. Контроль за станом пожежної безпеки здійснюється за допомогою пожежних сповіщувачів, передача сигналів від яких у приймально-контрольний блок забезпечується кінцевим модулем.

Забезпечення зв'язку між приймально-контрольним блоком та кінцевими модулями, з одного боку, та кінцевими модулями та пожежними сповіщувачами та виконавчими пристроями, з іншого, можна здійснити з використанням дротових та бездротових технологій. Головною перевагою бездротових каналів зв'язку є відсутність необхідності використовувати для монтажу та підключення велику кількість кабелів, що не лише знижує вартість та трудомісткість монтажу системи, а й дозволяє провести монтаж навіть по завершенню усіх ремонтних робіт.

Проте використання бездротових технологій має і свої недоліки: По-перше, бездротові датчики та оповіщувачі, як правило, передбачають використання лише автономних елементів живлення, що вимагає не лише їх періодичної заміни, а й проведення постійного контролю за рівнем їх заряду для підтримання працездатності системи.

По-друге, бездротові пристрої мають доволі низьку стійкість до перешкод, що може викликати хибне спрацювання сповіщувача.

По-третє, елементи будівлі, на сам перед залізні та залізобетонні конструкції, сильно послаблюють сигнал та можуть викликати його багаторазове відбивання, що суттєво знижують можливості забезпечення стійкого та надійного зв'язку.

Нарешті, вартість бездротових сповіщувачів перевищує вартість їх дротових аналогів, що у кінцевому результаті може перекрити економію

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

коштів на прокладання кабелів.

Виходячи з цього для підключення пожежних сповіщувачів та виконавчих пристроїв до кінцевого модуля передбачимо можливість використання лише дротових ліній зв'язку. Для організації взаємодії між приймально-контрольним блоком та кінцевими модулями передбачимо можливість використання як дротових, так і бездротових каналів передачі даних.

Типовим рішенням, що використовується для забезпечення дротового зв'язку між пристроями в охоронних системах та системах пожежної сигналізації, є застосування інтерфейсу RS-485. Інтерфейс RS-485 є одним з найбільш поширених стандартів фізичного рівня зв'язку, що визначає організацію каналу зв'язку та спосіб передачі сигналів. Каналом зв'язку відповідно до стандарту RS-485 є вита пара, утворена двома дротами, що позначаються як лінії А і В.. Основним способом передачі даних є принцип диференціальної передачі сигналів, відповідно до якого сигнал передається різницею потенціалів на дротах витиї пари. Різниця потенціалів виникає за рахунок того, що по лінії А передається прямий сигнал, а по лінії В – інверсний (рис. 2.2). У результаті між двома проводами витиї пари завжди є різниця потенціалів: при "1" вона позитивна, при "0" – негативна.

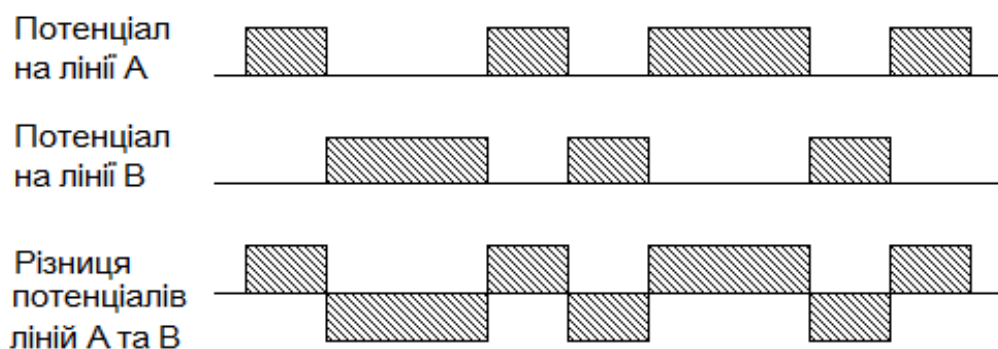


Рисунок 2.2 – Принцип диференціальної передачі сигналів RS-485

Такий спосіб передачі забезпечує високу стійкість до синфазної перешкоди, тобто перешкоди, що діє на обидва дроти лінії однаково. Оскільки

така перешкода в обох дротах наводить однакові потенціали, то різниця потенціалів у дротах залишається незмінною.

Інтерфейс RS-485 є двонаправленим. Оскільки усі пристрої передають та приймають дані по одних і тих самих лініях, процеси передачі та прийому розділяються у часі: у кожний момент часу передавати може лише один пристрій, дані, що передаються одночасно надходять до усіх пристроїв, які у цей момент знаходяться в режимі прийому. До одного каналу може бути підключено до 32 пристроїв. Максимальна швидкість зв'язку по специфікації RS-485 може досягати 10 Мбод. Максимальна відстань - 1200 м [16].

Для організації бездротового зв'язку на відстанях понад 10 м сьогодні найбільшого поширення отримали технології WiFi та ZigBee, в яких для передачі інформації здійснюється за допомогою радіохвиль частотою 2,4 ГГц. Найбільш популярною серед них є технологія Wi-Fi, що об'єднує сімейство протоколів бездротової передачі даних IEEE 802.11x.

Стандарт бездротової мережі 802.11x охоплює два нижні рівні семирівневої моделі OSI: фізичний і каналний. Фізичний рівень – це радіоканал. Канальний рівень здійснює управління доступом до середовища передачі та забезпечує пересилання кадрів між будь-якими двома пристроями бездротової мережі. Методом доступу до каналу передачі даних є метод множинного доступу з контролем несучої та попередженням колізій.

У діапазоні 2.4 ГГц, який використовує Wi-Fi, передбачено два способи розширення спектра, яке є невід'ємною процедурою в сучасних системах зв'язку: розширення спектра методом стрибкоподібної зміни частоти (FHSS) та методом прямої послідовності (DSSS). У першому випадку всі мережі використовують ту саму смугу частот, але з різними алгоритмами перебудови. У другому випадку з'являються частотні канали від 2412 МГц до 2472 МГц з кроком 5 МГц.

Однією з перших модифікації стандарту 802.11 став стандарт 802.11a, який працює на частоті 5 ГГц і дозволяє передавати дані зі швидкістю до 54 Мбіт/сек.. Найпоширенішим стандартом на сьогодні є стандарт 802.11n,

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

який має підвищену швидкість передачі даних (до 140 Мбіт/сек).

Класична схема бездротової мережі за технологією Wi-Fi має як мінімум одну точку доступу та одного клієнта. В деяких ситуація більш зручною є комутація двох абонентів за схемою точка-точка або Ad-hoc. Сама точка доступу відсутня, а клієнти з'єднуються між собою безпосередньо. Щоб передати свій ідентифікаційний номер у мережі SSID, точка доступу кожні 100 мс посилає спеціальний сигнал швидкості передачі даних 0,1 Мбіт/сек. Отримавши SSID, клієнт вже визначає, чи можна підключитися до цієї точки доступу чи ні. Якщо приймач опиняється в зоні дії двох мереж з тим самим SSID, він має право вибрати мережу за рівнем сигналу.

Незважаючи на свою поширеність та популярність технологія Wi-Fi має ряд недоліків. Перший пов'язаний з тим, що частоту 2,4 ГГц також використовують і Bluetooth-пристрої, а також деякі мікрохвильові печі, тому на цій частоті існує висока імовірність появи перешкод, що призводить до спотвореного сигналу. У різних країнах світу обмеження, що накладаються на частоту або умови експлуатації, також суттєво відрізняються. У деяких країнах Європи дозволено використовувати для передачі даних два додаткові канали, а ось у США це забороняється.

Ще одним з недоліків Wi-Fi є можливість зламування алгоритму шифрування WEP, що використовується у бездротовому зв'язку. У зв'язку з цим останні пристрої підтримують новий досконаліший протокол шифрування WPA або WPA2. Деякі організації йдуть ще далі і включають додаткове шифрування, наприклад VPN. Режим Ad-hoc (точка-точка) є слабо захищеним, оскільки передбачає використання низької швидкості передачі даних, а сама передача даних здійснюється з використанням легко зламаного алгоритму шифрування WEP.

Нарешті, швидкість обміну даними залежить від умов передачі сигналу. Покращення якості сигналу досягають використанням зовнішніх додаткових антен: вузьконаправленої для з'єднання в зоні прямої видимості, і всенаправленої для збільшення зони покриття [17].

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Як було зазначено вище ще однією популярною технологією для організації бездротового зв'язку між різноманітними пристроями контролю та управління є технологія ZigBee. Технологія ZigBee заснована на специфікації стандарту низькошвидкісних бездротових персональних мереж (WPAN) IEEE.802.15.4. Стандарт IEEE 802.15.4 описує тільки найнижчі, фізичний та каналний рівні передачі даних по радіоканалу, а назва ZigBee означає технологію загалом, включаючи і фізичний рівень, і логічний рівень. Спочатку технологія ZigBee розроблялася для створення надійних розподілених мереж датчиків та керуючих пристроїв із невисокими швидкостями передачі даних. В ній реалізовано підтримку мережевої комірчастої топології «mesh», сплячих та мобільних вузлів, а також вузлів, які забезпечують роботу алгоритмів ретрансляції та самовідновлення [18].

Зазвичай пристрої ZigBee обмінюються даними в частотному діапазоні 2,4 ГГц, але можуть підтримувати обмін і на більш низьких частотах. Радіус дії варіюється від 10 до 100 метрів на частоті 2,4 ГГц і може досягати кілометрових дистанцій в субгігагерцовому діапазоні.

Сьогодні існує два профілі стека протоколу: ZigBee та ZigBee Pro. Перший з них ідеально підходить для створення простих мереж в межах будинку або малих комерційних підприємств і для підтримки вимагає менше оперативної та flash-пам'яті. Другий має розширений набір функцій, таких як ширококомовлення, симетричне шифрування пакетів та маршрутизація “many-to-one” (“багато до одного”).

Протокол ZigBee здатний підтримувати різні види мережевих топологій. Найбільш поширеними з них є зірка, дерево кластерів і коміркова мережа. Кожна мережа ZigBee може становити суперпозицію всіх трьох типів, розподіляючи ролі кінцевого пристрою, маршрутизаторів та координаторів [18], [19].

Координатор запускає мережу та керує нею. Він формує мережу, виконує функції центру управління мережею, встановлює політику безпеки, задає налаштування у процесі приєднання пристроїв до мережі, керує ключами

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

безпеки.

Маршрутизатор транслює пакети, здійснює динамічну маршрутизацію, відновлює маршрути під час навантаження в мережі або відмови будь-якого пристрою. При формуванні мережі маршрутизатори приєднуються до координатора або інших маршрутизаторів і можуть приєднувати дочірні пристрої – маршрутизатори та кінцеві пристрої. Маршрутизатори працюють у безперервному режимі, мають стаціонарне живлення та можуть обслуговувати «сплячі» пристрої. Маршрутизатор може обслуговувати до 32 сплячих пристроїв.

Кінцевий пристрій може приймати та відправляти пакети, але не займається їхньою трансляцією та маршрутизацією. Кінцеві пристрої можуть бути підключені до координатора або маршрутизатора, але не можуть мати дочірніх пристроїв. Кінцеві пристрої можуть переводитися в режим сну для економії заряду акумуляторів. Саме кінцеві пристрої взаємодіють з датчиками, локальними контролерами та виконавчими механізмами [19].

Враховуючи, що технологія Zigbee дозволяє забезпечити більшу надійність у передачі даних між віддаленими пристроями, ніж технологія Wi-Fi, саме її будемо використовувати для підтримання бездротового зв'язку між приймально-контрольним блоком та кінцевими модулями.

### 2.3 Розробка структурної схеми кінцевого модуля

Відповідно до результатів проведеного у попередньому підрозділі аналізу розробляємо структурну схему кінцевого модуля. (додаток В). Основним функціональним блоком модуля є мікроконтролер. Основним завданням мікроконтролера є безперервне отримання інформації від пожежних сповіщувачів та її аналіз. Дані, що мають ознаки початку займання, пересилаються мікроконтролером в приймально-контрольний блок. При цьому до них додається номер сповіщувача, від якого ці дані були отримані. Приймально-контрольний блок за динамікою зміни інформаційних параметрів, що містяться в цих даних, приймає остаточне рішення про те, формувати

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32



сигнал тривоги чи ні.

Розроблюваний модуль передбачає можливість підключення до нього адресних та неадресних пожежних сповіщувачів різних типів: теплових, димових, іонізаційних, комбінованих, тощо. Застосування різних за контрольованим параметром пожежних сповіщувачів дозволяє збільшити чутливість до факторів, що є первинними ознаками займання, та зменшити імовірність хибних спрацювань, що можуть виникати при забрудненні пилом, наявності у повітрі водяного пару та джерел теплового випромінювання.

Сигнали від неадресних сповіщувачів надходять на мікроконтролер через модуль контролю неадресного шлейфу. Неадресні сповіщувачі мають релейні виходи і можуть знаходитися лише у двох станах «норма» та «пожежа». За принципом свого функціонування вони є пороговими. При перевищенні контрольованого параметра заданого порогового значення, відбувається зміна стану контактів реле, що обумовлює зміну вихідного опору сповіщувача. У режимі чергування шлейф, до якого підключені неадресні пожежні сповіщувачі, перебуває під напругою. Оскільки усі неадресні сповіщувачі підключені до одного загального шлейфа, то у разі спрацювання хоча б одного зі сповіщувачів відбувається зміна струму у шлейфі. Ця зміна фіксується модулем контролю неадресного шлейфу. На виході модуля формується активний сигнал, за яким мікроконтролер визначає наявність у шлейфі сповіщувачів, що працювали.

Часто перемикання контактів реле у порогових сповіщувачах в стан, який ідентифікується як спрацювання сповіщувача, може відбуватися не через перевищення значення контрольованого параметра, а, наприклад, через стрибки напруги живлення сповіщувача. У цьому випадку для повернення сповіщувача у нормальний режим роботи потрібно скинути його шляхом вимикання та повторного вмикання напруги живлення. Тобто зазвичай, при спрацюванні сповіщувача персонал обходить ту зону, яка контролюється шлейфом, в якому відбулося спрацювання сповіщувача. Якщо спрацювання виявилось хибним, здійснюється ручне короткочасне вимикання напруги

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

живлення.

У розроблюваній системі для перевірки того, чи спрацювання є хибним чи не хибним, короткочасне вимикання напруги живлення здійснюється за допомогою модуля комутації, через який відбувається живлення неадресних порогових сповіщувачів. При отриманні активного значення сигналу з модуля контролю неадресного шлейфу мікроконтролер формує сигнал, за яким модуль комутації розмикає коло живлення сповіщувачів. Потім цей сигнал знімається, і живлення сповіщувачів відновлюється. Якщо спрацювання було хибним, сигнал на виході модуля контролю неадресного шлейфу буде мати неактивне значення. Якщо ж спрацювання сповіщувача відбулося через наявність займання, вихідний сигнал модуля контролю неадресного шлейфу залишиться активним.

Зв'язок між мікроконтролером та адресними сповіщувачами здійснюється через модуль контролю адресного шлейфу. При роботі з адресними сповіщувачами застосовується цифровий обмін інформацією. В адресних системах кожен сповіщувач має свій унікальний адрес, що дозволяє приймально-контрольному пристрою відрізнити, який саме сповіщувач спрацював.

Адресні сповіщувачів передбачають підключення до адресного шлейфу, що являє собою двопровідну лінію. Один з проводів є лінією даних, а інший - загальною лінією «земля». Основою архітектури адресного шлейфу є топологія загальної шини, коли кожний з пристроїв підключений безпосередньо до єдиної магістралі з можливістю розгалужень. Для забезпечення більшої надійності зв'язку шину замикають у кільце, що дозволяє при обриві шлейфу підтримувати зв'язок зі всіма сповіщувачами. більшої надійності бути або радіального типу або кільцевого. При цьому як базова використовується структура з одним ведучим або майстром та численними відомими. Майстром є мікроконтролер, а відомими – пожежні сповіщувачів. Усі сповіщувачі мають унікальні адреси, що дозволяє ідентифікувати кожний сповіщувач з множини. Бувають адресні сповіщувачі, живлення яких здійснюється безпосередньо від

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

адресного шлейфу лінії зв'язку. Інший тип сповіщувачів передбачає використання окремої лінії живлення.

Обмін даними між мікроконтролером та адресними сповіщувачами здійснюється шляхом почергового циклічного опитування мікроконтролером кожного сповіщувача, встановленого в шлейфі. Мікроконтролер формує кодову посилку, що містить адрес чергового сповіщувача, що опитується. Сповіщувач, який розпізнав свій адрес, передає в шлейф інформацію про свій стан ("Норма", "Пожежа", "Несправність" та ін.). Інші сповіщувачі на даний запит не відповідають. Протягом циклу мікроконтролер по черзі опитує усі включені в шлейф сповіщувачі, після чого цикл повторюється.

Адресно-аналогові сповіщувачів у відповідь на запит передають поточні значення контрольованого параметра, що дозволяє здійснити раннє виявлення тривожної ситуації, отримати інформацію про необхідність обслуговування через забруднення або інших факторів. Крім цього, надається можливість, не перериваючи роботу системи, програмно змінювати фіксований поріг чутливості сповіщувачів для їх адаптації до умов експлуатації на об'єкті.

При отриманні активного рівня сигналу з модуля контролю неадресного шлейфу, або даних з адресного сповіщувача, які у результаті багаторазового його опитування характеризують тенденцію зміни контрольованого параметра, мікроконтролер формує інформаційну посилку «ПОЖЕЖА». Дана інформація передається в контрольний-приймальний блок або через дротове з'єднання RS-485, або через дротову мережу Zigbee. Підключення мікроконтролера до двопровідної лінії зв'язку здійснюється за допомогою модуля інтерфейсу RS-485, який забезпечує обмін даними відповідно до принципу диференціальної передачі сигналів, що зазначений стандартом RS-485.

Обмін повідомленнями через бездротове підключення модулем ZigBee, який забезпечує функції фізичного та каналного рівнів. Зокрема, модуль ZigBee здійснює пряме та зворотне перетворення між двійковими сигналами мікроконтролера та сигналами, що передаються по радіоканалу, а також забезпечує доступ до радіоканалу з передачею пакетів даних, відповідно до

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

використовуваного протоколу.

Відповідно до схеми системи (додаток Б), до одного приймально-контрольного блоку може бути підключено кілька кінцевих модулів. Відповідно до цього, обмін інформацією з приймально-контрольним блоком відбувається за принципом майстер-відомий, де відомим мікроконтролер розроблюваного кінцевого модуля. Кожний кінцевий модуль має свій унікальний адрес у мережах RS-485 та Zigbee. Приймально-контрольний блок циклічно надсилає запити до кінцевих модулів. Кожний із запитів, що адресується конкретному модулю, одночасно приймається усіма кінцевими модулями, проте відповідь на нього надсилається тільки тим модулем, до якого призначався цей запит.

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

### 3 Визначення функціональної побудови кінцевого модуля

#### 3.1 Аналіз можливої реалізації структурних блоків та вибір елементної бази

Головним елементом кінцевого модуля охоронної пожежної сигналізації є мікроконтролер. Характерною ознакою мікроконтролера є те, що він містить на одному кристалі процесорне ядро та різноманітні периферійні пристрої, які дозволяють без додаткових апаратних витрат реалізувати взаємодію з іншим зовнішнім обладнанням, досягаючи максимальної ефективності у вирішенні задач контролю та управління. До групи периферійних пристроїв, в залежності від типу мікроконтролера, можуть входити: таймери/лічильники, синхронний послідовний інтерфейс, універсальний асинхронний передавач/приймач, аналоговий компаратор та аналого-цифровий перетворювач [20].

На вибір мікроконтролера для розроблюваного кінцевого модуля впливатимемо інші компоненти. На сам перед це модуль Zigbee, який забезпечує підключення та обмін повідомленням у бездротовій мережі Zigbee. Від того, які функціональні можливості буде мати компонент, на якому буде побудований цей модуль, залежить те, які задачі з обміну повідомленнями повинні будуть виконуватися мікроконтролером.

Існують два основні види рішень щодо застосування технології ZigBee у кінцевих пристроях. У першому випадку розробнику кінцевого пристрою пропонується самостійно сконструювати апаратну частину, використовуючи різні мікросхеми з підтримкою радіоінтерфейсу, що працює за стандартом IEEE 802.15.4. У цьому випадку розробник повинен повністю створити програмну частину самосійно або із застосуванням стандартних мережевих протоколів, розроблених виробниками мікросхем. Ці протоколи можуть мати різний рівень сумісності зі стандартом і поставлятися як бібліотеки або набори розробника програмного забезпечення (SDK) [21].

У другому випадку розробнику кінцевого пристрою пропонується використовувати готові ZigBee-модулі, що не потребують додаткової доробки.

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Такі модулі об'єднують на одній платі IEEE 802.15.4-трансівер, мікроконтролер, що містить у собі стек ZigBee-протоколу та усі необхідні зовнішні елементи обв'язки (антену, схеми живлення, тактування та ін). Вони випускаються невеликими компаніями, що спеціалізуються на цій продукції [21].

Оскільки другий варіант суттєво спрощує процес розробки, для реалізації ZigBee підключення використаємо готовий модуль. Сьогодні на ринку пропонуються доволі значна номенклатура подібних модулів, найбільш популярними серед яких є сімейство сімейства ZigBee-модулів, побудованих на основі мікросхеми EM357 від компанії Silicon Labs.

Ця мікросхема є системою на кристалі, що об'єднує процесорне ядро Cortex-M3 та ВЧ-приймач, що працює на частоті 2,4 ГГц. Модулі ETRX357 мають вбудовану прошивку, яка дозволяє реалізувати функції мережевої взаємодії та обмінюватися даними за допомогою набору AT-команд. Існує 4 модифікації модуля ETRX357, серед яких найбільшою дальністю впевненого прийому (до 900 м при прямій видимості) характеризується модуль ETRX357-LRS (рис. 3.1),. Тому саме цей модуль будемо використовувати в для забезпечення обміну повідомленнями між розроблюваним кінцевим модулем та приймально-контрольним блоком у мережі ZigBee. Основні характеристики модуля ETRX357-LRS наведені у табл. 3.1 [22].



Рисунок 3.1 - Модуль ETRX357-LRS

Модуль має вбудовану прошивку, а взаємодія з ним відбувається через послідовний асинхронний інтерфейс за допомогою AT-команд, які поділяються на два типи: команди роботи з мережевими функціями та команди роботи з периферією модуля.

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Таблиця 3.1 - Основні технічні характеристики ZigBee модуля ETRX357-LRS

Параметр	Значення
Процесорне ядро	ARM Cortex-M3
ВЧ-приймач	2.4 ГГц
Об'єм Flash/RAM	192 / 12 Кбайт
Зовнішній інтерфейс	UART TTL
Струм споживання в режимі прийому	26.5 мА
Струм споживання в режимі передачі	42 мА при +8 дБм
Робочий діапазон напруг	від 2.1 В до 3.6 В
Робочий діапазон температур	від -40 °С до +85 °С

Основні задачі, що вирішуються при роботі з мережевими функціями

- організація мережі/підключення до існуючої мережі;
- надсилання адресних/групових/широкомовних повідомлень;
- читання/запис реєстрів віддалених вузлів.

Робота з периферією модуля надає можливість:

- налаштувати порти введення/виводу;
- управляти потужністю ВЧ-приймача;
- вмикати/вимикати виведення інформаційних повідомлень за послідовним інтерфейсом.

Для організації підключення до мережі RS-485 також виокристеємо готове рішення, наприклад, модуль перетворювача інтерфейсів UART TTL в RS-485 (рис.3.2). Перетворювач виконаний на базі мікросхеми MAX485, основним завданням якої є забезпечення зв'язку через інтерфейс RS-485 між цифровими пристроями. Модуль має два роз'єми для підключення: один для підключення до цифрового пристрою за послідовним асинхронним інтерфейсом, а інший - для підключення каналу RS-485 [23].

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39



Рисунок 3.2 - Зовнішній вигляд перетворювача UART TTL в RS-485

Призначення контактів роз'єму з боку UART TTL:

- DI - вхід передавача;
- DE (driver enable) - дозвіл роботи передавача;
- RE (receiver enable) - дозвіл роботи приймача;
- RO - вихід приймача.

Призначення контактів роз'єму з боку RS-485:

- «+» живлення;
- A - прямий диференціальний вхід / вихід лінії RS-485;
- B - інверсний диференціальний вхід / вихід лінії RS-485;
- GND – загальний.

Основні характеристики перетворювача UART TTL в RS-485 наведені у таблиці 3.2 [23].

Таблиця 3.3 - Основні технічні характеристики перетворювача UART TTL в RS-485

Найменування параметра	Значення
Напруга живлення	+5 В
Струм споживання в активному режимі	10 мА
Струм споживання в режимі очікування	5 мА
Швидкість передачі даних	до ,5 Мбіт/с



Основним контрольованим параметром в неадресному шлейфі пожежної сигналізації є струм. Відповідно до цього, модуль контролю неадресного шлейфа може бути реалізований на резисторі, що включений послідовно зі шлейфом. Оскільки цьому випадку напруга на резисторі є пропорційною струму у шлейфі, за зміною напруги можна відстежувати зміну струму, а значить і факт спрацювання неадресного порогового сповіщувача.

При роботі з адресним шлейфом використовується цифровий спосіб обміну даними з адресними сповіщувачами по однопровідній лінії зв'язку. Відповідно лінія передачі даних може бути підключена безпосередньо до мікроконтролера. Проте при такому підході мікроконтролер буде не захищений від можливих стрибків напруги у шлейфі. Для захисту входу мікроконтролера, через який буде відбуватися обмін даним з адресними сповіщувачами, використаємо двонаправлений формувач послідовної шини, наприклад, мікросхему PCA9515, яка буде виконувати функції модуля контролю адресного шлейфу.

Мікросхема PCA9515 призначена для застосування в системах I2C-bus і SMBus. Зберігаючи всі режими роботи та особливості системи шини I2C, вона дозволяє розширювати шину I2C за рахунок буферизації як даних (SDAn), так і тактових ліній (SCLn), таким чином дозволяючи дві шини по 400 пФ. Обмеження ємності шини I2C в 400 пФ обмежує кількість пристроїв і довжину шини. Використання PCA9515 дозволяє розробнику системи ізолювати дві половини шини, таким чином можна розмістити більше пристроїв або більшу довжину. Її також можна використовувати для роботи двох шин, однієї на 5 В, а іншої на 3,3 В або шини 400 кГц і 100 кГц, де шина 100 кГц ізолювана, коли потрібна робота на 400 кГц іншої [24].

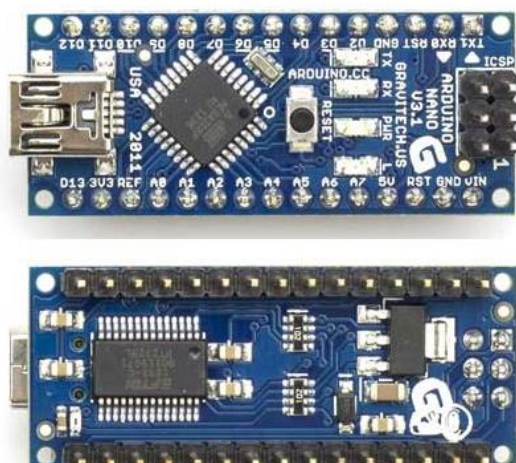
З аналізу вибраної елементної бази витікає, що вирішення усіх задач, покладених на кінцевий модуль системи пожежної сигналізації, може бути забезпечено 8-ми бітним мікроконтролером з RISC архітектурою. Не зважаючи на зростаючу популярність 32-ох розрядних мікроконтролерів з архітектурою ARM, 8-ми розрядні RISC мікроконтролери і досі залишаються популярними

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

для застосування у вбудованих системах, оскільки характеризуються простотою своєї функціональної організації та гарним співвідношенням ціна/функціональність.

Серед сучасних 8-ми бітних RISC-мікроконтролерів найбільшого поширення отримало сімейство мікроконтролерів AVR. Основу мікроконтролерів AVR складає потужний гарвардський RISC-процесор з розвинутою системою команд фіксованої довжини у 16 біт. Базова архітектура містить 32 регістра загального призначення, кожен з яких може використовуватися у більшості арифметичних та логічних операцій, 8-ми та 16-ти розрядні таймери-лічильники з підтримкою широтно-імпульсної модуляції, асинхронний універсальний приймач/передавач UART, синхронний інтерфейс SPI, аналоговий компаратор та сторожовий таймер [25].

При виборі мікроконтролера будемо враховувати наявність в ньому вбудованого аналого-цифрового перетворювача для отримання можливості здійснювати контроль за струмом в неадресному шлейфі. Як і при виборі інших компонентів кінцевого модуля будемо орієнтуватися на мікроконтролер, який використовується в готових одноплатних модулях. Відповідно до цих критеріїв вибираємо недорогий модуль Arduino Nano 3.0, що побудований на базі мікроконтролера ATmega328 (рис. 3.3).



а

FN	AVR	ARDU			ARDU	AVR	FN
RxD	PD0	D0<<			VIN		
TxD	PD1	D1>>			GND	GND	
	PC6	Reset			Reset	PC6	
	GND	GND			+5V		
INT0	PD2	D2			A7	ADC7	
INT1	PD3	D3			A6	ADC6	
	PD4	D4			A5	PC5(ADC5)	SCL
	PD5	D5			A4	PC4(ADC4)	SDA
	PD6	D6			A3	PC3(ADC3)	
	PD7	D7			A2	PC2(ADC2)	
	PB0	D8			A1	PC1(ADC1)	
	PB1	D9			A0	PC0(ADC0)	
SS	PB2	D10			AREF	AREF	
MOSI	PB3	D11			+3V3		
MISO	PB4	D12			D13	PB5	SCK

б

Рисунок 3.3 - Модуль Arduino Nano 3.0:

а - зовнішній вигляд, б – призначення контактів

На рис. 3.4 наведена електрична схема модуля, а його основні характеристики представлені у табл. 3.4 [26].

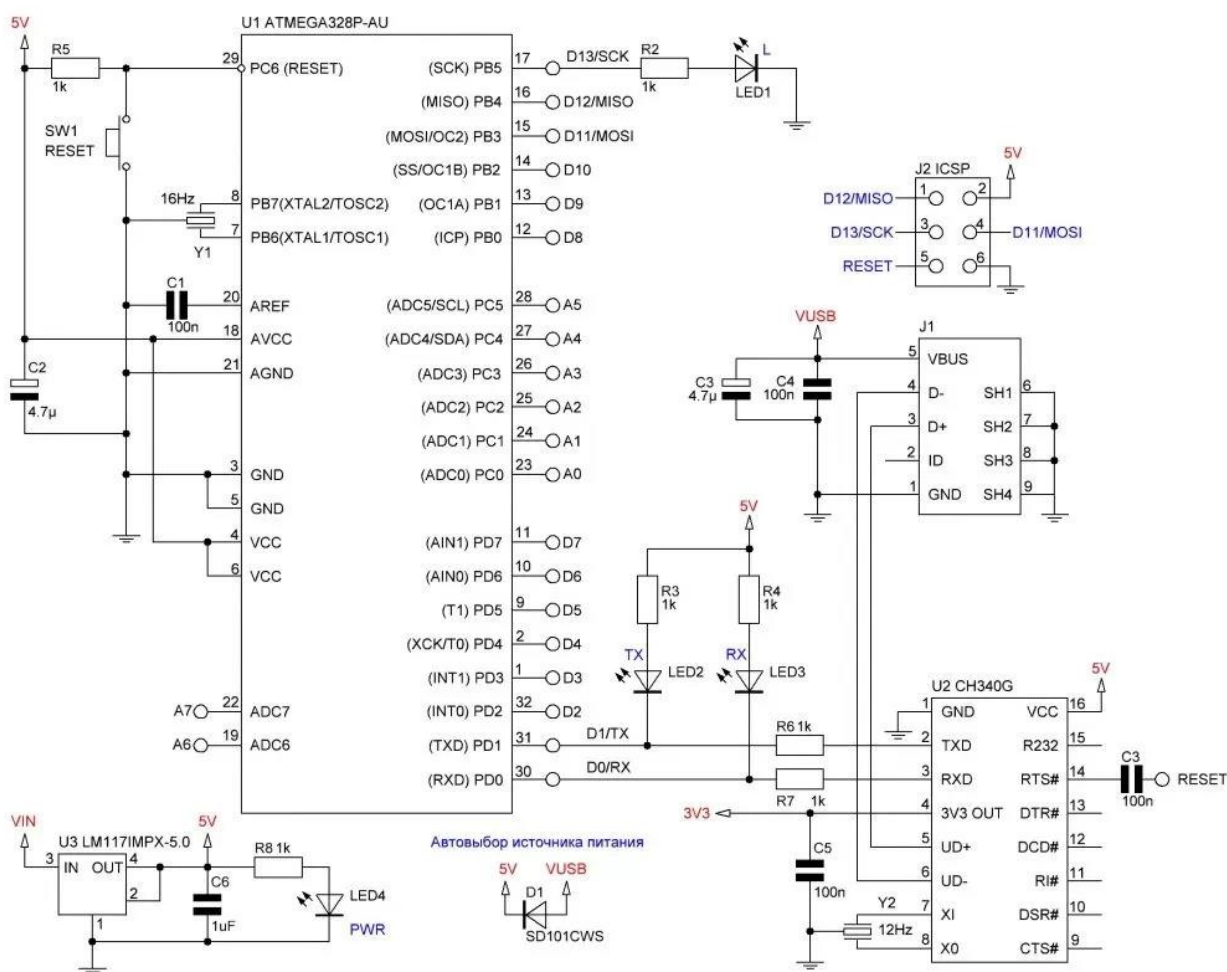


Рисунок 3.4 – Електрична схема модуля Arduino Nano 3.0

Таблиця 3.4 - Основні характеристики модуля Arduino Nano 3.0

Найменування параметра	Значення
Мікроконтролер	АТmega328
Робоча напруга	+5 В
Вхідна напруга живлення (рекомендована)	від +7В до +12В
Вхідна напруга живлення (гранична)	від +6В до +20В
Цифрові входи/виходи	14 (6 з яких ШІМ)
Аналогові входи	8

Продовження таблиці 3.4

Постійний струм на контакти вводу/виводу	40 мА
Флеш-пам'ять	32 КБ, з яких 2 КБ зайняті завантажувачем
ОЗП	2 КБ
EEPROM	1 КБ
Тактова частота	16 МГц

Як видно з рис. 3.4 вибраний модуль є повнофункціональним пристроєм, який містить усі необхідні для забезпечення функціонування мікроконтролера компоненти: кварцовий резонатор, джерело вторинного живлення на базі інтегрального стабілізатора напруги, модуль спряження з комп'ютером через USB з'єднання, що використовується в режимі емуляції СОМ-порта.

Для забезпечення комутації струму у колі живлення неадресних пожежних сповіщувачів використаємо одноканальний релейний модуль Arduino Relay Module 1 relay 5V (рис. 3.5). Модуль містить одне реле з 5 вольтовим управлінням.



Рисунок 3.5 - Релейний модуль Arduino Relay Module 1 relay 5V

Основні технічні характеристики релейного модуля Arduino Relay Module 1 relay 5V представлені в табл. 3.5 [27].

Таблиця 3.5 - Основні технічні характеристики релейного модуля Arduino Relay Module 1 relay 5V

Параметр	Значення
Напруга жтвлення	5 В
Напруга вмикання	від 3,3 В до 5 В
Максимальний комутований стрм	10 А,
Максимальна комутована напруга	250 В змінного струму 30 В постійного струму
Кількість перемикаць	20 млн

### 3.2 Розробка функціональної схеми кінцевого модуля

З використанням вибраної елементної бази було розроблено функціональну схему кінцевого модуля адресно-аналогової системи пожежної сигналізації, яка наведена у додатку В. Основним функціональним блоком пристрою є мікроконтролерний модуль Arduino Nano DD4 на базі мікроконтролера ATmega328. Основними завданнями модуля є отримання сигналів від пожежних сповіщувачів різного типу, їх аналіз та передача інформації про характер зміни контрольованих сповіщувачами параметрів у приймально-контрольний блок системи пожежної безпеки.

Модуль підтримує взаємодію з неадресними та адресно-аналоговими пожежними сповіщувачами, що включені, відповідно в неадресний та адресний шлейфи пожежної сигналізації. Основним контрольованим параметром у неадресному шлейфі є значення струму, що протікає крізь нього. Контроль за значенням струму здійснюється через контроль за напругою на резисторів R10 за допомогою вбудованого у мікроконтролер аналого-цифрового перетворювача. Напруга на вхід аналого-цифрового перетворювача подається через контакт A0 модуля Arduino Nano на вхід PC0 мікроконтролера, альтернативною функцією якого є вхід ADC0 аналого-цифрового перетворювача.

Підключення адресного шлейфу до кінцевого модуля здійснюється через роз'єм Х4. Живлення неадресних сповіщувачів здійснюється від напруги +24 В, що прикладається до контакту 1 роз'єма. Для надання можливості перезапустити сповіщувачів для усунення хибної реакції системи на спрацювання сповіщувача через стрибок напруги або дії інших факторів, що не пов'язані з пожежею, передбачена можливість короткочасного вимикання живлення неадресних сповіщувачів. Це забезпечується за допомогою реле К, що керується ключовим каскадом на біполярному транзисторі VT. Ключовий каскад а реле входять до складу релейного модуля Arduino Relay Module 1 relay 5V. Управління релейним модулем відбувається за сигналом, що формується лінії введення/виведення PB0 мікроконтролера і надходить на контакт D8 модуля Arduino Nano.

Вмикання живлення забезпечується сигналом логічної одиниці на лінії PB0. При подачі логічної одиниці на базу транзистора VT, транзистор відкривається, що забезпечує протікання струму через котушку реле і, як наслідок, до замикання його контактів. Для короткочасного вимикання живлення на лінії PB0 формується імпульс нульової напруги. Діод VD захищає транзистор від пробією імпульсом напруги самоіндукції, яка виникає у котушці при розмиканні контактів реле.

Підключення шлейфу адресних сповіщувачів до кінцевого модуля здійснюється через роз'єм Х3. Взаємодія з адресними сповіщувачами відбувається через обмін цифровими повідомленнями з ними по однопровідній лінії зв'язку. Обмін відбувається шляхом їх послідовного опитування. Передача даних здійснюється у послідовному асинхронному напівдуплексному режимі. Дані можуть інтерпретуватися як команди (відповідно до заздалегідь визначеним форматом) які порівнюються з інформацією вже збереженою в пристрої, для прийняття рішення, або можуть бути просто збережені для подальшого використання.

Для підвищення надійності системи, тобто можливості отримувати інформацію зі сповіщувачів при обриві шлейфу, використовується його

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

замикання у кільце. У нормальному режі обмін даними зі сповіщувачами відбувається через буферний пристрій DD3 та лінію введення/виведення PD3 мікроконтролера. Цілісність шлейфу контролюється за сигналом на лінії PD4, який при працездатному шлейфі повторю сигнал, що формується на лінії PD3. При обриві шлейфу, обмін повідомленнями зі сповіщувачами відбувається з використанням обох ліній PD3 та PD4, що забезпечить зв'язок зі сповіщувачами в обох ділянках розірваного шлейфу. Буферний пристрій DD3 захищає лінії PD3 та PD4 від пробою стрибками напруги, які можуть виникати у шлейфі.

При спрацювання неадресного сповіщувача, або при отриманні від адресних сповіщувачів даних, які відповідають зміні контрольованого параметра, кінцевий модуль надсилає повідомлення у приймально-контрольний блок через виту пару інтерфейсу RS-485 або радіоканал мережі ZigBee.

Підключення до витої пари забезпечується за допомогою елемента DD1, який відповідає за підтримання фізичного рівня інтерфейсу RS-485. Оскільки обмін даними (прийом та передача) у мережі RS-485 здійснюється по одних і тих самих лініях зв'язку у напівдуплексному режимі, необхідно керувати напрямом передачі. Напрямок передачі визначається логічним рівнем сигналу на вході RE елемента DD1, який формується мікроконтролером на лінії PD2 і надходить на вхід RE елемента DD1 через контакт D2 модуля Arduino Nano. Високий логічний рівень сигналу задає напрям передачі від модуля до приймально-контрольного блоку, логічний нуль - від приймально-контрольного блоку до кінцевого модуля. Фізичне підключення до ліній А та В витої пари здійснюється через однойменні контакти роз'єму X1.

Підключення кінцевого модуля до бездротової мережі ZigBee забезпечується модулем DD2. Я було зазначено при виборі елементної бази модуль побудований на спеціалізованому мікроконтролері з вбудованою прошивкою, яка забезпечує виконання усіх функцій, необхідних для обміну пакетами даними у мережі. Крім того, модуль підтримує фізичний рівень каналу, забезпечуючи обмін даними по рідоканалу.

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Взаємодія модуля Arduino Nano DD3 з модулями DD1 та DD2 відбувається через послідовного асинхронного інтерфейс. Інтерфейс утворений двома лініями: лінією вхідних даних RxD та лінією вихідних даних TxD. Обмін даними забезпечується вбудованим в мікроконтролер універсальним асинхронним приймачем/передавачем UART.

На лінійному стабілізаторі напруги DA1 зібране вторинне джерело живлення, що формує напругу +5В для живлення усіх компонентів схеми.

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48



## Висновки

Найбільш ефективними з організації протипожежного захисту є адресно-аналогові системи охоронно-пожежної сигналізації, тому саме така система була вибрана для розробки

У сучасних системах пожежної сигналізації широко використовуються як порогові, так і адресні сповіщувачі. В адресно-аналогових системах для підключення порогових сповіщувачів використовуються додаткові пристрої - адресні розширювачі. В розроблюваній системі для прийому та аналізу сигналів від пожежних сповіщувачів пропонується використовувати кінцевий модуль, що підтримує можливість одночасної взаємодії і з пороговими, і з адресними сповіщувачами.

В проекті розроблені структурна та функціональні схеми кінцевого модуля, що забезпечує прийом та попередній аналіз сигналів від порогових та адресних сповіщувачів. Для підключення кінцевого модуля у систему у ньому передбачена підтримка провідного з'єднання по витій парі за інтерфейсом RS485 або бездротове підключення відповідно до стандарту ZigBee.

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

## Список джерел посилання

1. Дерев'янюк О.А. Системи пожежної та охоронної сигналізації: Текст лекцій / О.А. Дерев'янюк, О.А. Антошкін, С.М. Бондаренко, В.В. Христинч. – Х.: УЦЗУ, 2008, 144 с.
2. Пожежна сигналізація. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://security.akb.ua/ua/news/item/150-pozhezhna-signalizatsiya>.
3. Пожежна сигналізація. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://dozor.kiev.ua/posluhy/protypozhezhni-systemy/pozhezhna-syhnalizatsiia>.
4. Пожарная безопасность. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://gse-ua.com/pozharnaya-bezopasnost/>
5. Системи пожежної сигналізації. [Електронний документ]. Режим доступу: <https://www.sop.com.ua/article/93-qqq-16-m7-18-07-2016-sistemi-rojejno-signalzats>.
6. Кріса І. Я. Системи пожежної сигналізації: навч посіб. / І. Я. Кріса, О. І. Воробійов; Львів. держ. ун-т безпеки життєдіяльн. – Л. : Вид-во Львів. політехніки, 2013, 232 с.
7. Обладнання систем пожежної сигналізації. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://blok-zabor.ru/uk/street-amenities/oborudovanie-sistem-pozharnoi-ohronnoi-signalizacii-ustanovka/>
8. Системи пожежної сигналізації. [Електронний документ]. Режим доступу: <https://www.sop.com.ua/article/93-qqq-16-m7-18-07-2016-sistemi-rojejno-signalzats>.
9. Основні показники та структура пожежних сповіщувачів. [Електронний документ]. Режим доступу: <https://www.sop.com.ua/article/93-qqq-16-m7-18-07-2016-sistemi-rojejno-signalzats>.
10. Пожежна сигналізація. [Електронний документ]. Режим доступу: <https://ohorona-kyiv.com/ua/pozharnaya-signalizaciya-ukr>.
11. Група компаній «Охорона і Безпека». [Електронний документ]. Режим доступу: <https://ohorona-kyiv.com/pdf/katalog2019.pdf>

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

12. Пожежна сигналізація та аспірація. [Електронний документ]. Режим доступу: <https://ufppro.com/ua/catalog/pozharnaya-signalizatsiya/>
13. Fire detection systems. [Електронний документ]. Режим доступу: [https://ufppro.com/wp-content/uploads/2018/03/BMA\\_Catalogue\\_02\\_2010\\_en\\_050710.pdf](https://ufppro.com/wp-content/uploads/2018/03/BMA_Catalogue_02_2010_en_050710.pdf)
14. Пожежна сигналізація «Tiras PRIME A». [Електронний документ]. Режим доступу: <https://tiras.ua/tiras-prime-a/>.
15. Універсальний адресний модуль АМ-MULTI+. [Електронний документ]. Режим доступу: [https://tiras.ua/am-multi\\_plus](https://tiras.ua/am-multi_plus).
16. Титаев, А. А. Промышленные сети: учеб. пособие / А. А. Титаев ; Мин-во науки и высшего образования РФ. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2020., 124 с.
17. Преимущества и недостатки беспроводной сети Wi-Fi [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://sites.google.com/site/besprovodnyesetiwifi7/home/preimusestva-i-nedostatki-besprovodnoj-seti-wi-fi>
18. Zigbee: преимущества, недостатки и особенности [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://composter.com.ua/content/zigbee-preimuschestva-nedostatki-i-osobennosti>
19. Описание стандарта беспроводных сетей Zigbee. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://crossgroup.su/solutions/data\\_transfer/zigbee.html](https://crossgroup.su/solutions/data_transfer/zigbee.html)
20. Сердюков О.В., Мухин Ю.Н. Выбор микроконтроллера // Электронные компоненты. – 2002. - №5. – С.39-42.
21. Незнамов Ю. Перспективы использования беспроводных ZigBee-интерфейсов в электроприводе / Ю. Незнамов, В. Козаченко // Электронные компоненты. – 2008. - №11. – С.17-24.
22. Беспроводные сети ZigBee. Часть 2. Работа с радиомодулями ETRX35X. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://habr.com/ru/company/efo/blog/306062/>.
23. Модуль RS485 TTL, MAX485, преобразователь, Arduino.

					<i>08-23.БДП.049.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

[Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://uawest.com/modul-rs485-ttl-max485-preobrazovatel-arduino.html>.

24. PCA9515 I 2С-bus repeater. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/PCA9515.pdf>.

25. Ахметов М. 8-разрядные RISC микроконтроллеры. [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://www.chipnews.ru/html.cgi/arhiv/99\\_09/stat\\_2.htm](http://www.chipnews.ru/html.cgi/arhiv/99_09/stat_2.htm).

26. Arduino Nano 3.0. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/Nano>.

27. Arduino Relay Module 1 relay 5V. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.kosmodrom.com.ua/el.php?name=RelayModule1relay5V>

					08-23.БДП.049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Додаток А

Міністерство освіти та науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ОТ

д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_ О. Д. Азаров

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

на виконання комплексного бакалаврського дипломного проекту

«Мікропроцесорна система охоронної пожежної сигналізації.

Частина 2. «Кінцеві модулі»»

08-23.БДП.049.00.000 ТЗ

Науковий керівник: доцент к.т.н.

\_\_\_\_\_ Тарновський М. Г.

Виконав: студент групи ІКІ-186

\_\_\_\_\_ Молоков М.Р.

Вінниця, 2022 р.

## 1 Підстава для виконання бакалаврського дипломного проекту (БДП)

1.1 Збір та аналіз даних від пожежних сповіщувачів, передачі значень контрольованих параметрів до приймально-контрольного блоку.

1.2 Наказ про затвердження теми БДП.

## 2 Мета БДП і призначення розробки

2.1 Мета робота — підвищення достовірності спрацювання системи протипожежної сигналізації, спрощення її структурної організації.

2.2 Призначення розробки — визначення підходів до побудови кінцевого модуля мікропроцесорної системи пожежної сигналізації, що забезпечує збір та аналіз даних від адресних та неадресних пожежних сповіщувачів.

## 3 Вихідні дані для виконання БДП

3.1 Функціональне призначення системи — виявлення первинних ознак пожежі, надання сигналу про появу займання та місце його розташування.

3.2. Тип системи — розподілена

3.3 Функціональне призначення модуля — забезпечення взаємодії з пожежними сповіщувачами.

3.4 Контрольовані параметри — задимленість, підвищена температура, полум'я.

3.5 Вихідний сигнал — інформаційні повідомлення, що передаються в приймально-контрольний блок.

## 4 Вимоги до виконання БДП

4.1 Провести обґрунтування доцільності розробки.

4.2 Провести аналіз сучасних підходів до побудови систем пожежної сигналізації.

4.3 Провести аналіз можливих підходів до побудови системи.

4.4 Розробити структурні схеми системи та кінцевого модуля.

#### 4.5 Розробити функціональну схему кінцевого модуля.

#### 5 Етапи БДП та очікувані результати

Етапи проекту та очікувані результати приведено в Таблиці А.1.

Таблиця А.1 — Етапи БДП

№	Назва	Термін		Результат
		початок	кінець	
1	Обґрунтування доцільності розробки. Аналіз сучасних засобів контролю за пожежною безпекою			Вступ Розділ 1
2	Аналіз можливих підходів до побудови системи та кінцевого модуля			Розділ 2
3	Розробка структурних схем системи та кінцевого модуля			Розділ 2
4	Вибір елементної бази та розробка функціональної схеми кінцевого модуля			Розділ 3
5	Оформлення пояснювальної записки та презентації			ПЗ та презентація

#### 6 Матеріали, що подаються до захисту БДП

До захисту подаються: пояснювальна записка БДП, графічні та ілюстративні матеріали, протокол попереднього захисту БДП на кафедрі, відзив наукового керівника, рецензія опонента, анотації до БДП українською та іноземною мовами, довідка про відповідність оформлення БДП діючим вимогам.

#### 7 Порядок контролю виконання та захисту БДП

Виконання етапів графічної та розрахункової документації БДП контролюється науковим керівником згідно зі встановленими термінами. Захист БДП відбувається на засіданні Державної екзаменаційної комісії, затвердженою наказом ректора.

## 8 Вимоги до оформлення БДП

Вимоги викладені в МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВКАХ до дипломного проектування, ГОСТ 2.104-2006 «ЕСКД. Основные надписи», ГОСТ 2.105-95 «ЕСКД. Общие требования к текстовым документам», ДСТУ 3974-2000 «Правила виконання дослідно-конструкторських робіт. Загальні положення» та діючого ГОСТ 2.114-95 «ЕСКД. Технические условия».



## Додаток Б

### Структурна схема мікропроцесорної системи пожежної сигналізації

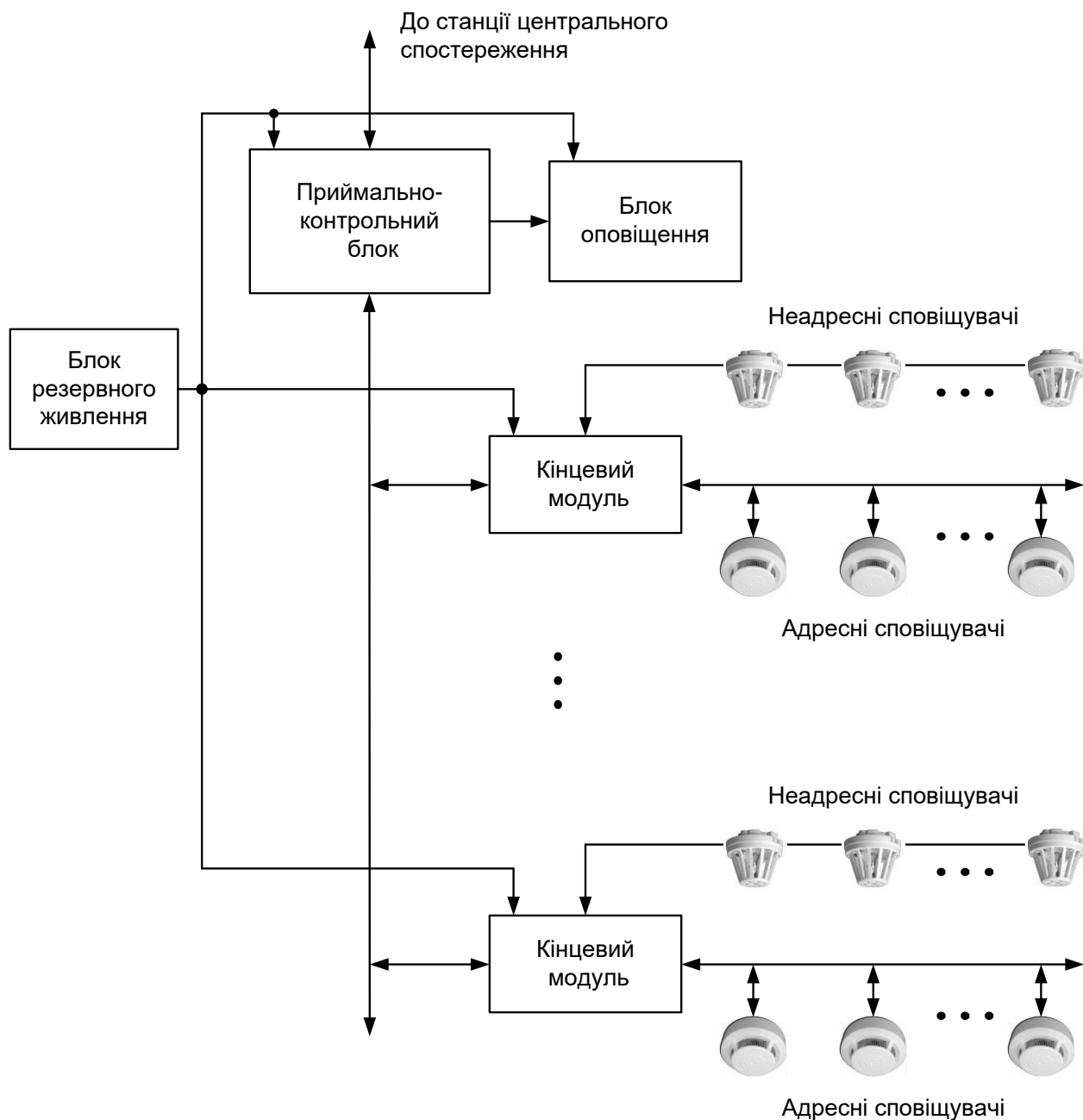


Рисунок Б.1 - Структурна схема мікропроцесорної системи пожежної сигналізації

					<b>08-23.БДП.049.00.000 Е1</b>				
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Мікропроцесорна система охоронної пожежної сигналізації. Частина 2. «Кінцеві модулі» Структурна схема системи	Літ.	Маса	Масштаб	
Розроб.		Молоков М.Р..				Арк	1	Аркушів	1
Перевір.		Тарновський М.Г.				<b>ВНТУ, гр. 1КІ-186</b>			
Т. Контр.									
Реценз.		Лужецький В.А							
Н. Контр.		Швець С. І.							
Затверд.		Азаров О. Д.							

## Додаток В

### Структурна схема кінцевого модуля

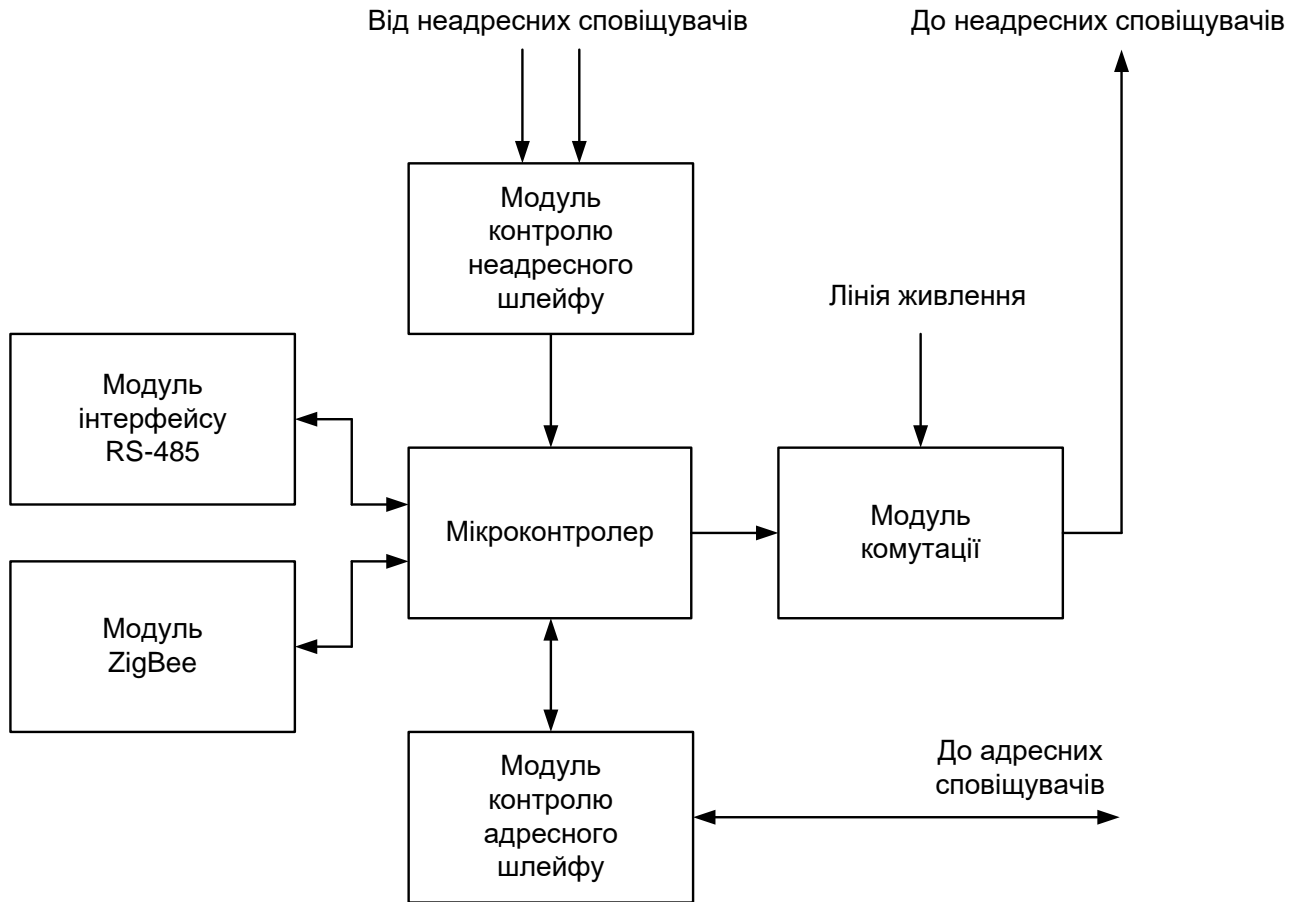


Рисунок В.1 - Структурна схема кінцевого модуля

					<b>08-23.БДП.049.02.000 Е1</b>						
					<i>Мікропроцесорна система охоронної пожежної сигналізації. Частина 2. «Кінцеві модулі»</i>			<b>Лім.</b>	<b>Маса</b>	<b>Масштаб</b>	
<b>Змн.</b>	<b>Арк</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>	<i>Кінцевий модуль</i>						
<i>Розроб.</i>		<i>Молоков М.Р.</i>			<i>Схема електрична структурна</i>			<b>Арк</b>	<b>1</b>	<b>Аркуші</b>	<b>1</b>
<i>Перевір.</i>		<i>Тарновський М.Г.</i>			<b>ВНТУ, гр. 1КІ-186</b>						
<i>Т. Контр.</i>											
<i>Реценз.</i>		<i>Лужецький В.А</i>									
<i>Н. Контр.</i>		<i>Швец С. І.</i>									
<i>Затверд.</i>		<i>Азаров О. Д.</i>									

## Додаток Г

### Функціональна схема кінцевого модуля

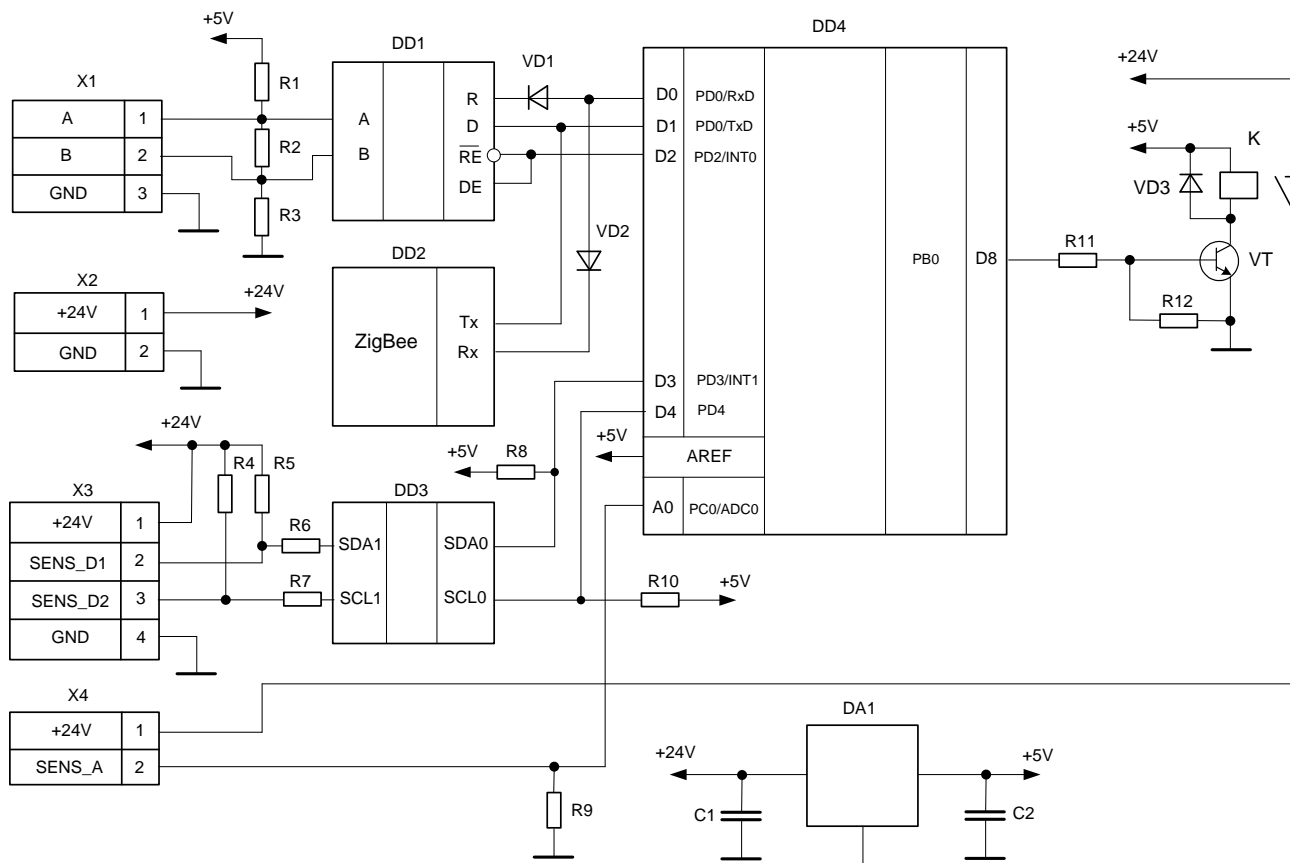


Рисунок Г.1 - Функціональна схема кінцевого модуля

					08-23.БДП.049.02.000 Е2			
					Мікропроцесорна система охоронної пожежної сигналізації. Частина 2. «Кінцеві модулі» Кінцевий модуль Схема електрична функціональна	Лім.	Маса	Масштаб
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Молоков М.Р..						
Перевір.		Тарновський М.Г.						
Т. Контр.						Арк 1	Аркушів 1	
Реценз.		Лужецький В.А				ВНТУ, гр. 1КІ-186		
Н. Контр.		Швец С. І.						
Затверд.		Азаров О. Д.						

Додаток Д  
ПРОТОКОЛ  
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА  
НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: «Мікропроцесорна система охоронної пожежної сигналізації. Частина 2. «Кінцеві модулі»»

Тип роботи: бакалаврська дипломна робота  
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра обчислювальної техніки  
(кафедра, факультет)

**Показники звіту подібності Unicheck**

Оригінальність 89% Схожість 11%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.

Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку \_\_\_\_\_ Захарченко С.М.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

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

Автор роботи \_\_\_\_\_ Молоков М. Р.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Гарновський М. Г.  
(підпис) (прізвище, ініціали)