

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Автоматики і комп'ютеризованих технологій  
(повна назва)

Кафедра Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки  
(повна назва)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)  
(рівень вищої освіти)

Розроблення системи автоматизації для  
моніторингу пожежної сигналізації  
(тема)

Виконав:

здобувач 4 року навчання,

групи АКТАКІТ-21-1

Антон БОРИСОВ

Спеціальність 151 Автоматизація та

комп'ютерно-інтегровані технології

Тип програми освітньо-професійна

Освітня програма Автоматизація та  
комп'ютерно-інтегровані технології

Керівник доцент Леонід ІВАНОВ

Допускається до захисту  
Зав. кафедри КІТАР

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Невлюдов І. Ш.  
(прізвище, ініціали)

2025 р.

Я, Борисов Антон Михайлович, як здобувач вищої освіти ХНУРЕ, розумію і підтримую політику закладу із академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволену допомогу під час підготовки кваліфікаційної роботи. Я не використовував штучний інтелект для підготовки кваліфікаційної роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

«12» червня 2025 р.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping letters that appear to be 'AM' followed by a long horizontal stroke.

Борисов А.М.

# ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Факультет \_\_\_\_\_ АКТ \_\_\_\_\_  
Кафедра \_\_\_\_\_ КІТАР \_\_\_\_\_  
Рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ перший (бакалаврський) \_\_\_\_\_  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології \_\_\_\_\_  
(код і повна назва)  
Тип програми \_\_\_\_\_ Освітньо-професійна \_\_\_\_\_  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Автоматизація комп'ютерно-інтегрованих технологій \_\_\_\_\_  
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри КІТАР \_\_\_\_\_

(підпис)

« 12 » червня 2025 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Здобувачеві \_\_\_\_\_ Борисову Антону Михайловичу \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення системи автоматизації для моніторингу пожежної сигналізації  
Затверджена наказом по університету від \_\_\_\_\_ 19.05.2025 р. № 390 Ст \_\_\_\_\_

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії \_\_\_\_\_ 12.06.2025 р. \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

3.1 Загальна концепція та призначення системи \_\_\_\_\_

3.2 Архітектура проекту та використані технології \_\_\_\_\_

3.3 Опис основних функціональних модулів \_\_\_\_\_

3.4 Алгоритм роботи автоматизованої системи \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі \_\_\_\_\_

4.1 Дослідження структури систем сигналізації. \_\_\_\_\_

4.2 Розробка логіки автоматизованої роботи системи пожежної сигналізації  
спостереження \_\_\_\_\_

4.3 Дослідження складових доступних для реалізації проекту \_\_\_\_\_

4.4 Організація взаємодії між модулями \_\_\_\_\_

4.5 Оцінка стабільності та відновлення автоматизованої роботи після переривання \_\_\_\_\_

4.6 Розглянути питання пов'язані з охороною праці \_\_\_\_\_

4.7 Оформлення пояснювальної записки \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (п.5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри)

Графічний матеріал у вигляді презентації (файл \*.ppt), 12 арк. ф. А4

---

---

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1 )

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Приміт-ка
1	Аналіз і дослідження технологій для реалізації кваліфікаційної роботи	01.05.25	виконано
2	Моделювання необхідних наглядних варіантів системи	11.05.25	виконано
3	Проектування автоматизованої системи для пожежної сигналізації моніторингу	03.06.25	виконано
4	Тестування та вдосконалення працездатності програмного коду системи	06.06.25	виконано
5	Оформлення пояснювальної записки	12.06.25	виконано
6	Подання роботи на перевірку Інтернет-сервісом StrikePlagiarism		
7	Оформлення пояснювальної записки		
8	Подання роботи на рецензію		
9	Подання роботи на підпис зав. кафедри		
11	Подання кваліфікаційної роботи в ЕК		

Дата видачі завдання 28.04.25

Здобувач \_\_\_\_\_ Антон БОРИСОВ  
(підпис) ( власне ім'я, прізвище)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ доцент Леонід ІВАНОВ  
(підпис) (власне ім'я, прізвище)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: с. 44, табл. 4, рис. 6, додатків 2, джерел 14.

### АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА, БЕЗПЕКА, СИГНАЛІЗАЦІЯ, МОНІТОРИНГ

Об'єкт розробки – процес автоматизованого моніторингу пожежної сигналізації на об'єктах різного призначення.

Предмет розробки – є структурна та функціональна організація апаратно-програмної частини системи пожежної сигналізації.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розроблення системи автоматизації, яка забезпечить моніторинг пожежної сигналізації на об'єкті, збір та обробку інформації з датчиків, а також надання даних оператору-диспетчеру. Така система має сприяти підвищенню рівня безпеки, оперативності реагування та зменшенню впливу людського фактору.

В роботі проведено аналіз існуючих аналогів та технологічних рішень у сфері пожежно моніторингових систем, а також досліджено особливості проектування та моделювання.

Практичне значення роботи полягає у створенні прототипу автоматизованої системи, який може бути впроваджений у реальних умовах для покращення пожежної безпеки шляхом оперативного виявлення загроз та сповіщення відповідальних осіб.

Розроблене програмне забезпечення забезпечує коректну роботу системи, підвищуючи рівень безпеки в екосистемах і жилих/побутових приміщеннях та знижуючи витрати на експлуатацію обладнання.

## ABSTRACT

Explanatory note: p. 44, table 4 , fig. 6, appendices 2, sources 14.

### AUTOMATED SYSTEM, SECURITY, ALARM, MONITORING

The object of development is the process of automated monitoring of fire alarms at facilities for various purposes.

The subject of development is the structural and functional organization of the hardware and software part of the fire alarm system.

The purpose of this qualification work is to develop an automation system that will provide monitoring of fire alarms at the facility, collection and processing of information from sensors, as well as providing data to the operator-dispatcher. Such a system should help increase the level of security, prompt response and reduce the impact of the human factor.

The paper analyzes existing analogues and technological solutions in the field of fire monitoring systems, as well as studies the features of design and modeling.

The practical significance of the work lies in the creation of a prototype of an automated system that can be implemented in real conditions to improve fire safety by promptly detecting threats and notifying responsible persons.

The developed software ensures the correct operation of the system, increasing the level of safety in ecosystems and residential/household premises and reducing the cost of equipment operation.

## ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Аналіз сучасного розвитку пожежної сигналізації та систем автоматизованого управління ними .....	9
1.1 Класифікація систем пожежної сигналізації .....	9
1.2 Основні компоненти систем пожежної сигналізації.....	11
спостереження та їх призначення	
1.3 Огляд виробників систем пожежної сигналізації .....	12
1.4 Необхідність постійного моніторингу правильності функціонування пожежної сигналізації .....	14
1.5 Висновки до розділу .....	14
2 Аналіз вимог до систем автоматизації моніторингу пожежної сигналізації .	16
2.1 Принципи побудови автоматизованих систем безпеки .....	16
2.2 Недоліки існуючих автоматизованих систем безпеки.....	16
2.3 Обґрунтування необхідності розроблення системи автоматизації для моніторингу пожежної сигналізації.....	17
2.4 Вибір структури та архітектури для системи що розроблюється .....	18
2.5 Теоретичні основи автоматичного управління в системах пожежного моніторингу.....	18
2.6 Висновки до розділу.....	20
3 Розробка системи автоматизації для моніторингу пожежної сигналізації ....	22
3.1 Алгоритм моніторингу пожежної сигналізації .....	22
3.2 Розрахунок елементів системи моніторингу пожежної сигналізації ...	23
3.3 Обґрунтування вибору програмного забезпечення системи автоматизації моніторингу пожежної сигналізації .....	25
3.4 Розробка програмного забезпечення системи автоматизації .....	27
3.5 Висновки до розділу .....	28
4 Експериментальна частина .....	30
4.1 Перевірка працездатності розробленої системи .....	30

4.2 Функціональна схема роботи системи.....	32
4.3 Охорона праці персоналу при роботі з системою.....	33
4.4 Висновки до розділу .....	35
Висновки.....	36
Перелік джерел посилання .....	38
Додаток А Код програми .....	40
Додаток Б Апробація результатів роботи .....	41
Додаток В Демонстраційний матеріал.....	44

## ВСТУП

Пожежна сигналізація належить до найважливіших складових системи безпеки будь-якого об'єкта – від житлових будинків до великих промислових або адміністративних споруд. Її основна функція – оперативне виявлення небезпечних факторів (зокрема диму, температурного перегріву або присутності горючих газів) і передача тривожного сповіщення для ініціювання необхідних дій із попередження або ліквідації надзвичайної ситуації [1].

Подібні системи формуються на базі технічних засобів, що забезпечують фіксацію подій, їх обробку та подальше оповіщення чергового персоналу або інших інженерних систем. Залежно від масштабів об'єкта та вимог до безпеки, сигналізація може бути автономною або інтегрованою до комплексної автоматизованої системи управління.

Підвищення вимог до безпеки, а також технічне ускладнення об'єктів обумовлюють необхідність у створенні простих, стабільних і доступних у реалізації систем моніторингу [7]. Особливо це актуально для підприємств із обмеженим фінансуванням або інфраструктурних об'єктів, де важлива надійність, простота обслуговування і мінімальна залежність від складних технологічних рішень.

Об'єктом дослідження у даній роботі є система автоматизації для моніторингу пожежної сигналізації.

Предмет дослідження – структура та принцип роботи програмно-апаратного комплексу з використанням вітчизняних компонентів та контролера типу «Тірас-4».

Мета роботи – реалізація на практиці надійної автоматизованої системи, що виконує функцію моніторингу пожежної сигналізації з використанням простих технічних засобів, орієнтованих на потреби українських споживачів.

У межах дослідження було розроблено архітектуру системи, створено алгоритм функціонування, виконано моделювання її роботи в середовищі

програмування, а також здійснено технічне обґрунтування обраного рішення. Програмне забезпечення дозволяє моніторити стан датчиків, реагувати на тривожні сигнали та відображати відповідну інформацію на інтерфейсі користувача. Водночас система підтримує аварійне оповіщення та фіксацію подій у журналі.

Значна увага була приділена питанням охорони праці та умов експлуатації. Враховано технічні, ергономічні та санітарні вимоги до робочого місця оператора, а також правила електро- та пожежної безпеки при експлуатації системи.

Актуальність теми визначається потребою у недорогих і ефективних рішеннях для організації моніторингу пожежної безпеки, особливо в умовах, коли ресурси підприємств і установ обмежені. Традиційний підхід, що передбачає зменшення кількості технічних вузлів, дозволяє досягти надійності без зайвого ускладнення конструкції, що особливо важливо в контексті обслуговування і довготривалої експлуатації.

Результати розробки були апробовані через наукову публікацію у журналі “Automation, Devices and Embedded Design” (ADED), №1, 2025, де висвітлено основні положення, реалізацію і тестування системи моніторингу.

Також, отримані результати роботи можна віднести до Цілі сталого розвитку 12 «забезпечення переходу до раціональних моделей споживання і виробництва».

# 1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО РОЗВИТКУ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ НИМИ

Системи пожежної сигналізації та спостереження – невід’ємна частина сучасних об’єктів будівництва й експлуатації. Їх функція – забезпечити раннє виявлення ознак пожежі та передати відповідну інформацію для своєчасного реагування [3, 8]. Ефективність цих систем визначається як апаратно-програмною реалізацією, так і здатністю до інтеграції в інші підсистеми безпеки.

## 1.1 Класифікація систем пожежної сигналізації

Пожежні сигналізації поділяються на кілька типів залежно від принципу дії, способу передачі сигналу, рівня автоматизації та контролю. Такий поділ допомагає краще орієнтуватися під час вибору рішення для конкретного об’єкта.

### 1.1.1 За принципом виявлення пожежі

Димові сповіщувачі фіксують наявність диму в повітрі. Виділяють іонізаційні (чутливі до невидимого диму) та оптичні (ефективні проти видимого диму), а також комбіновані моделі [9].

Теплові сповіщувачі реагують на підвищення температури або на її стрімке зростання. Можуть бути максимальними чи диференційними [9].

Полум’яні сповіщувачі використовують датчики інфрачервоного або ультрафіолетового спектра для виявлення відкритого вогню [9].

Газові сповіщувачі реагують на наявність чадного газу чи інших продуктів горіння.

### 1.1.2 За способом передачі сигналів

Провідні системи – це класичний варіант із прокладкою кабелів. Вони забезпечують стабільність, але потребують монтажних робіт.

Безпроводні системи зручно встановлюються там, де неможливо прокласти кабелі. Однак мають обмежену дальність і залежать від живлення батарей.

### 1.1.3 За типом контролю

Адресні системи дозволяють точно визначити, який саме сповіщувач подав сигнал. Їх застосовують на складних об'єктах [11].

Неадресні системи визначають лише зону спрацювання, без точного ідентифікатора пристрою. Вони підходять для невеликих приміщень (рис. 1.1) [11].

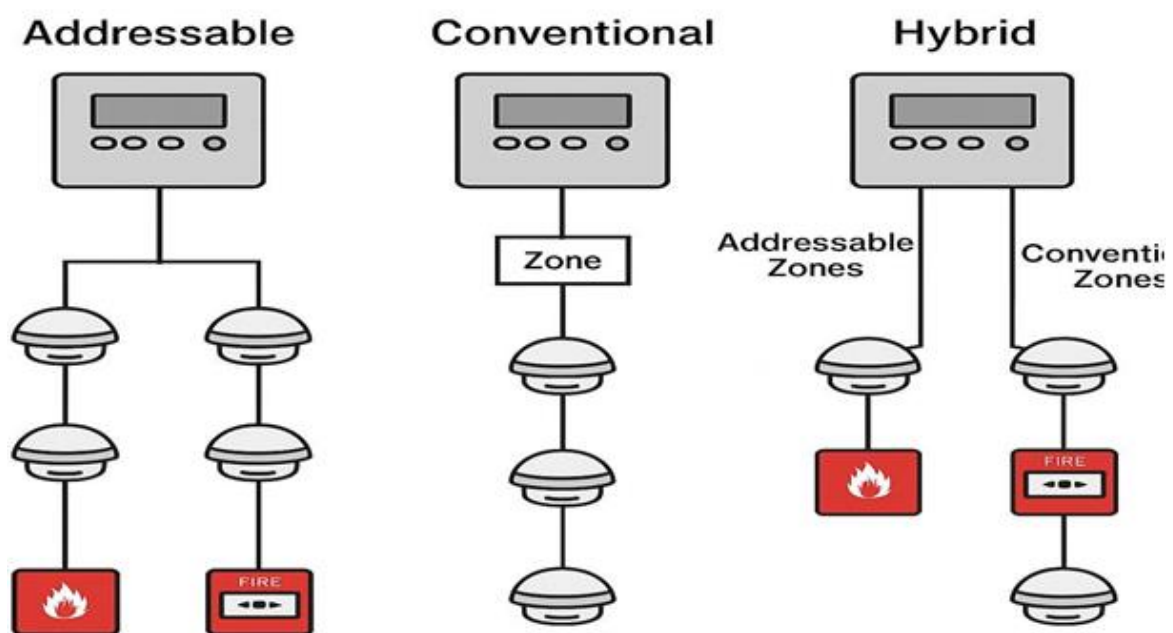


Рисунок 1.1 – Схема порівняння типів систем пожежної сигналізації (адресна, неадресна, гібридна)

### 1.1.4 За рівнем автоматизації

Релейні системи прості у використанні, без додаткової логіки обробки

сигналів.

Аналогові системи дають змогу передавати дані про рівень диму чи температури, що сприяє більш ранньому реагуванню.

Цифрові системи дозволяють інтегруватися з іншими мережами безпеки, ведуть лог подій та підтримують розумну аналітику [10].

## 1.2 Основні компоненти систем пожежної сигналізації

Надійна пожежна сигналізація складається з кількох взаємопов'язаних компонентів (рис. 1.2) [4, 11]



Рисунок 1.2 – Основні компоненти систем пожежної сигналізації

### 1.2.1 Сповіщувачі пожежі бувають:

- димові – виявляють появу диму на ранній стадії;
- теплові – реагують на підвищення температури;
- полум'яні – спрацьовують при появі відкритого вогню;
- газові – виявляють продукти горіння, зокрема чадний газ.

### 1.2.2 Приймально-контрольні прилади (ППКП)

Це «мозок» системи. Вони збирають сигнали від датчиків, оцінюють їх та формують тривогу. Деякі моделі мають функції діагностики, сповіщення, керування зовнішніми пристроями, а також ведення журналів подій [11].

1.2.3 Сигналізатори бувають: оптичні – світлові індикатори, які сигналізують про тривогу; звукові – сирени або гучномовці, що повідомляють людей про небезпеку.

### 1.2.4 Автоматичні виконавчі пристрої

Включають системи пожежогасіння [4], димовидалення, автоматичне відкриття дверей тощо.

### 1.2.5 Комунікаційні інтерфейси

Вони передбачають обмін даними із зовнішніми системами – від диспетчерських пультів до хмарних сервісів. Зазвичай для цього використовують порти RS-485, Ethernet, GSM-модулі.

## 1.3 Огляд виробників систем пожежної сигналізації

### 1.3.1 Закордонні компанії:

- Siemens (Німеччина) пропонує адресні системи Cerberus PRO з високою надійністю;
- Honeywell (США) підтримує різні протоколи, гнучке програмування;
- Tyco/Johnson Controls (США) орієнтовані на масштабні об'єкти;
- Bosch Security (Німеччина) надає модульні рішення з багаторівневим аналізом.

### 1.3.2 Українські виробники:

- ТОВ «Тірас» (Чернівці): «Оріон-4Т» – це бюджетний варіант для

невеликих об'єктів, ціна якого становить від 1300 грн [6];

- ІРП (Київ): ІРП-101/104 – недорогі ППКП із базовими можливостями;
- «Електронприлад» (Львів): Сигнал-20П підтримує до 20 шлейфів і розширюється модулями;
- «Рубеж Україна» пропонує адресні системи «Рубеж-20П» з гнучкою конфігурацією.

Порівняння виробників систем наведено у табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Порівняння виробників систем

Компанія	Країна	Модель / Серія	Особливості / Переваги	Цільове застосування / Сегмент
1	2	3	4	5
Siemens	Німеччина	Serberus PRO	Адресна система, висока надійність	Середні та великі об'єкти
Honeywell	США	Різні системи	Підтримка різних протоколів, гнучке програмування	Гнучкі масштабовані рішення
Tyco / Johnson Controls	США	Не вказано	Орієнтація на масштабні об'єкти	Великі промислові та комерційні об'єкти
Bosch Security	Німеччина	Не вказано	Модульні рішення, багаторівневий аналіз даних	Об'єкти з високими вимогами до аналітики
ТОВ «Тірас»	Україна (Чернівці)	Оріон-4Т	Бюджетний варіант, для невеликих об'єктів	Малі об'єкти (офіси, невеликі заклади)
ІРП	Україна (Київ)	ІРП-101/104	Недорогі ППКП з базовими можливостями	Бюджетні рішення для простих об'єктів

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5
Електронприлад	Україна (Львів)	Сигнал-20П	До 20 шлейфів, можливість розширення модулями	Середні об'єкти
Рубеж Україна	Україна	Рубеж-2ОП	Адресна система з гнучкою конфігурацією	Середні та великі об'єкти

#### 1.4 Необхідність моніторингу роботи системи

Жодна система не спрацює вчасно, якщо її не перевіряти регулярно.

Навіть проста сигналізація потребує:

- щоденної візуальної перевірки стану ППКП;
- щомісячного тестування сповіщувачів;
- щоквартального огляду резервного живлення;
- та щорічного техобслуговування.

Наприклад, ППКП «Оріон-4Т» має базову самодіагностику, індикацію несправностей, підтримує GSM-сповіщення та перевірку стану через сервісний режим [6]. За умови належного контролю навіть такий доступний прилад може забезпечити надійний захист об'єкта. Загалом, поєднання правильно обраної техніки з регулярним обслуговуванням формує ефективний і надійний захист від пожеж, навіть у межах обмеженого бюджету.

#### 1.5 Висновки до розділу

Сучасні системи пожежної сигналізації представлені широким спектром архітектурних рішень, що дозволяє адаптувати систему до конкретних вимог об'єкта. У першому розділі ми здійснили комплексний аналіз сучасного стану систем пожежної сигналізації та автоматизованого управління ними. На

підставі проведеного огляду можна зробити низку важливих висновків:

Системи пожежної сигналізації є ключовим елементом техногенної безпеки на будь-якому об'єкті – від житлових будинків до промислових підприємств. Вони еволюціонували від простих неадресних схем до складних цифрових систем із широкими можливостями автоматизації.

Класифікація пожежних систем дозволяє обирати рішення відповідно до специфіки об'єкта: від недорогих приладів із кількома зонами контролю до багатофункціональних адресних систем, інтегрованих із диспетчерськими панелями та іншими системами безпеки.

Компоненти пожежної сигналізації, зокрема сповіщувачі, шлейфи, керуючі модулі та ППКП, мають чітко визначені функції. Саме правильний вибір та взаємодія цих елементів забезпечують надійність системи в цілому.

Аналіз ринку показав, що в Україні представлені як світові лідери, такі як Siemens, Honeywell і Bosch, так і вітчизняні виробники, серед яких особливо виділяються ТОВ «Тірас» (система «Оріон-4Т») [6], «ІРП», «Електронприлад» та інші. Їхні рішення дають змогу реалізувати ефективну пожежну сигналізацію навіть за обмежених ресурсів.

Ми підкреслили, що регулярний моніторинг стану обладнання є необхідною умовою стабільної роботи будь-якої системи пожежної безпеки. Навіть бюджетні прилади, такі як «Оріон-4Т», здатні забезпечити базову діагностику, вчасне виявлення несправностей та повідомлення про них [6]. Отже, грамотне проектування, підбір обладнання з урахуванням умов експлуатації та постійний контроль за його працездатністю – це основа надійного захисту життя, здоров'я людей і матеріальних цінностей від загрози пожежі.

## 2 АНАЛІЗ ВИМОГ ДО СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ МОНІТОРИНГУ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

### 2.1 Принципи побудови автоматизованих систем безпеки

Щоб система безпеки працювала надійно й ефективно, під час її розробки дотримуються певних принципів [12]. Перш за все, вона повинна бути модульною – тобто складатися з окремих блоків, які можна легко комбінувати під конкретні завдання. Це дає змогу швидко адаптувати систему до особливостей об'єкта, де вона встановлюється.

Дуже важливою є надійність. Система має справно працювати за будь-яких умов: навіть при перепадах напруги, завадах або відмові окремих елементів. Крім того, вона повинна постійно стежити за ситуацією, тобто працювати без перерв 24/7.

Ще один принцип – інтегрованість. Сучасна система безпеки повинна вміти "спілкуватися" з іншими інженерними мережами, наприклад, з вентиляцією чи автоматикою пожежогасіння. Це дозволяє реагувати на надзвичайні ситуації не просто швидко, а комплексно.

Не менш важливі – інформативність (тобто зрозумілий інтерфейс для оператора), захищеність від зовнішніх втручань і, звичайно, можливість віддаленого доступу, яка сьогодні вже сприймається як базовий стандарт.

### 2.2 Недоліки існуючих автоматизованих систем безпеки

Хоча ринок безпеки активно розвивається, багато сучасних систем досі мають певні недоліки. Насамперед, це висока вартість. Якісна система з адресними датчиками, резервуванням та інтеграцією коштує чимало. І це може бути перешкодою для невеликих підприємств або об'єктів соціальної сфери.

Ще один поширений мінус – складність у встановленні та налаштуванні. Щоб змінити щось у конфігурації, часто потрібен спеціаліст. Це не завжди зручно, особливо якщо потрібна оперативна реакція.

До того ж, деякі системи не дуже гнучкі – вони "не люблять" змін: перенесення датчиків або розширення структури може виявитися справжнім викликом. А ще часто не вистачає інтеграції з сучасними технологіями – хмарними сервісами, мобільними додатками чи віддаленим управлінням.

Є також проблема повільної реакції на події, особливо в застарілих неадресних системах. Коли спрацьовує тривога, не завжди зрозуміло, що саме сталося і де.

### 2.3 Обґрунтування необхідності розроблення системи автоматизації для моніторингу пожежної сигналізації

Зважаючи на вищезазначене, стає очевидним: є сенс розробити власну систему моніторингу пожежної сигналізації – просту, доступну й водночас ефективну. Нова система має забезпечувати постійний контроль за станом пожежної сигналізації, надавати чітку та зрозумілу інформацію про події і, головне, швидко повідомляти відповідальних осіб про загрозу.

Ключові цілі:

- зменшити час реагування;
- зробити систему зручною для користувача;
- дати змогу працювати з уже встановленими ППКП (наприклад, «Сигнал-20П» чи «Оріон-4Т»);
- знизити залежність від людини у процесі виявлення несправностей;
- та реалізувати віддалений доступ, адже це вже не розкіш, а необхідність.

Також важливо, щоб рішення було масштабованим – працювало як на невеликому складі, так і на великому об'єкті з кількома корпусами.

## 2.4 Вибір структури та архітектури для системи, що розробляється

Після аналізу вимог і недоліків типових систем було вирішено зосередитись на розподіленій структурі. Це означає, що вся система складатиметься з кількох частин, кожна з яких має свою роль:

- контролери збору даних – підключаються до наявних ППКП і передають дані до центрального блоку;
- основний модуль – комп'ютер або мікроконтролер, що обробляє інформацію, зберігає її і керує інтерфейсом;
- програмне забезпечення – дружній інтерфейс для виведення тривоги, історії подій, стану системи;
- модуль сповіщення – розсилає тривоги через e-mail, SMS або push-повідомлення;
- інтерфейс віддаленого доступу – для перегляду стану системи з будь-якої точки, де є Інтернет.

Всі ці частини повинні бути сумісними зі стандартними інтерфейсами (RS-485, Ethernet), працювати на поширених ОС (наприклад, Windows/Linux), мати резервне живлення, вести лог подій і дозволяти просте оновлення ПЗ (рис. 2.1).

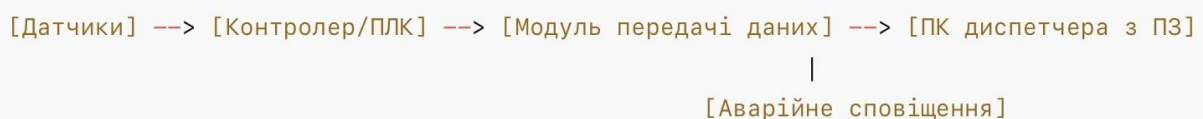


Рисунок 2.1 – Схема роботи системи

## 2.5 Теоретичні основи автоматичного управління в системах пожежного моніторингу

Автоматичні системи управління (АСУ) відіграють ключову роль у забезпеченні надійності та безперервності функціонування технічних засобів

безпеки, зокрема у сфері пожежного моніторингу. Згідно з положеннями, викладеними у [15], основними компонентами систем автоматичного управління є об'єкт керування, пристрої зворотного зв'язку, виконавчі механізми, а також контролери, що реалізують алгоритм реагування на зміну вхідних параметрів.

Система моніторингу пожежної сигналізації, яку розроблено у межах цієї роботи, є типовим прикладом системи дискретного автоматичного управління, де передавання сигналів здійснюється у формі логічних рівнів (наявність/відсутність тривоги, стан справності тощо). Такі системи можна описати за допомогою кінцевих автоматів або релейної логіки, які є фундаментом класичної ТАУ у дискретному середовищі.

#### 2.5.1 Принцип функціонування системи з погляду ТАУ

Згідно з основними поняттями ТАУ, процес автоматичного керування описується через керовану змінну (у даному випадку – сигнал пожежного стану), вхідні впливи (сигнали від датчиків), алгоритм обробки (умови спрацювання, програмна логіка ПЛК), та вихідний сигнал (індикація, сповіщення, активація виконавчих механізмів).

Система моніторингу реалізує структуру замкненого циклу управління, в якій: Пожежні датчики – джерела інформації про стан середовища (вхід); ПЛК "Тірас-4" – реалізує логіку аналізу та прийняття рішення (регулятор); Активація тривоги – результат функціонування системи (вихід); Індикація на дисплеї та лог-файл – зворотний зв'язок для оператора.

Таку систему можна охарактеризувати як систему із жорсткою логікою, оскільки дія визначається наперед заданими умовами (наприклад: "якщо виявлено дим – подати сигнал тривоги").

#### 2.5.2 Основні характеристики системи управління

Стійкість системи. У контексті ТАУ, система вважається стійкою, якщо вона повертається до нормального режиму після короткочасного збурення.

Запропонований алгоритм передбачає автоматичне скидання стану тривоги при зникненні небезпеки – це відповідає критерію стійкості.

**Чутливість.** Залежить від параметрів датчиків. При правильному налаштуванні чутливості забезпечується швидке реагування при відсутності помилкових спрацювань.

**Надійність.** Традиційна архітектура (без зайвих інтерфейсів і сервісів) сприяє зменшенню ймовірності відмови – що повністю відповідає критеріям побудови систем у відповідності до ТАУ.

**Затримка в управлінні.** Завдяки використанню ПЛК та простих логічних умов, затримки мінімізовані, що важливо для своєчасного реагування.

### 2.5.3Блок-схема функціонування системи

Згідно з принципами ТАУ, узагальнене уявлення про систему можна подати у вигляді блок-схеми, де реалізовано етапи: сприйняття → аналіз → рішення → дія.

[Датчик] → [ПЛК: логічна обробка] → [Сигналізація + журнал] → [Зовнішня реакція]

Така структура дозволяє віднести систему до класу реактивних автоматизованих систем, які відстежують зміну середовища у реальному часі.

Таким чином, розроблена система моніторингу повністю укладається у рамки класичних принципів теорії автоматичного управління. Вона є прикладом стійкої, простої та ефективної дискретної системи управління з відкритою логікою функціонування. Завдяки традиційній архітектурі, мінімальній кількості взаємодіючих компонентів та локальному прийняттю рішень, така система демонструє високий рівень надійності, що особливо важливо у контексті пожежної безпеки.

### 2.6 Висновки до розділу

У цьому розділі розглянуто, які принципи лежать в основі побудови

автоматизованих систем безпеки, що саме заважає ефективній роботі багатьох з них і чому виникла потреба у створенні нової системи моніторингу.

Запропоноване рішення – це сучасна, зрозуміла і гнучка система, яка не тільки стежить за станом пожежної сигналізації, а й дозволяє вчасно реагувати та легко інтегрується в існуючу інфраструктуру. Це важливий крок до підвищення безпеки без зайвих витрат і складнощів.

## 3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

### 3.1 Алгоритм моніторингу пожежної сигналізації

Основним завданням автоматизованої системи моніторингу пожежної сигналізації є безперервний контроль стану пожежних шлейфів, виявлення тривожних подій та передача інформації на диспетчерський пост. З урахуванням вимог до простоти, надійності та застосування доступних вітчизняних рішень, було обрано архітектуру на базі програмованого логічного контролера (ПЛК) Тірас-4 (рис. 3.1) [6], який підтримує підключення до восьми шлейфів пожежної сигналізації та передачу даних через інтерфейс RS-485.



Рисунок 3.1 – ПЛК Тірас-4

Основні кроки алгоритму роботи системи:

а) ініціалізація системи після подачі живлення: запуск ПЛК, перевірка наявності живлення та працездатності;

б) опитування стану кожного шлейфу сигналізації (ШС) з певним інтервалом;

1) визначення поточного стану кожного ШС:

- норма – опір у межах допустимого;
- пожежа – зниження опору нижче порогового значення;
- обрив або коротке замикання – критичні відхилення опору;

2) у випадку тривожного стану:

- формування повідомлення;
- передача інформації на комп'ютер диспетчера через інтерфейс RS-485.

- увімкнення світлової/звукової сигналізації;

г) постійний контроль за станом лінії зв'язку з ПК (у разі обриву зв'язку – аварійне повідомлення на панелі ПЛК);

д) періодична перевірка живлення, резервного акумулятора та індикація несправностей.

Побудова системи базується на принципі «мінімум зайвого», що забезпечує високу надійність, легкість обслуговування та мінімальні ризики помилок.

### 3.2 Розрахунок елементів системи моніторингу пожежної сигналізації

Система будується відповідно до норм пожежної безпеки та інженерних обмежень проекту [2, 5]. Основна мета – підбір необхідних компонентів у кількості, достатній для забезпечення повного контролю об'єкта, з урахуванням простоти технічної реалізації та використання вітчизняних пристроїв.

### 3.2.1 Кількість зон контролю

Згідно з технічним завданням, об'єкт розділено на 8 зон пожежного контролю, кожна з яких обслуговується окремим шлейфом. Контролер Тірас-4 підтримує 8 шлейфів [6], що ідеально відповідає задачі.

### 3.2.2 Сповіщувачі

Для кожної зони встановлюються порогові димові сповіщувачі типу ПП 212-141 або еквівалент, по 3 на зону (площа приміщення – до 200 м<sup>2</sup>/зона).

Розрахунок:

Сповіщувачів на зону: 3

Всього:  $8 \times 3 = 24$  сповіщувачі

### 3.2.3 Кабельна мережа

Використовується кабель типу КПСнг(A)-FRLS 2×0,75 мм<sup>2</sup> для прокладання шлейфів та UTP 2x2x0.5 для з'єднання ПЛК із комп'ютером по інтерфейсу RS-485. Оцінка довжини кабелю:

Середня довжина ШС: ~40 м

Загалом:  $8 \times 40 = 320$  м шлейфового кабелю

Кабель RS-485: ~50 м

### 3.2.4 Блок живлення та акумулятор

Система працює від мережі 220 В через імпульсний блок живлення 12 В. Для забезпечення автономної роботи використовується акумулятор 12 В, 7 А·год. Сумарне споживання системи:

ПЛК Тірас-4 – 0,5 А

Сповіщувачі –  $24 \times 0,02$  А = 0,48 А

Інші елементи – ~0,2 А

Разом: ≈1,2 А Резерв роботи:

$7$  А·год /  $1,2$  А ≈ 5 год резервної роботи за відсутності основного живлення.

### 3.2.5 Комп'ютер диспетчера

Використовується базовий комп'ютер або ноутбук зі встановленим адаптером USB-RS485. Програмне забезпечення для моніторингу розробляється окремо (див. п. 3.2.4).

Вимоги до ПК:

- ОС: Windows 7 / 10;
- інтерфейс: USB або COM;
- наявність монітора, клавіатури, джерела резервного живлення (ІБП).

### 3.3 Обґрунтування вибору програмного забезпечення системи автоматизації моніторингу пожежної сигналізації

Для взаємодії між апаратною частиною системи (ПЛК Тірас-4) та диспетчерським комп'ютером необхідне програмне забезпечення (ПЗ), яке виконує такі функції:

- приймання даних з ПЛК через інтерфейс RS-485;
- розпізнавання поточного стану кожного шлейфу;
- виведення тривожних і сервісних повідомлень на екран диспетчера;
- ведення журналу подій;
- звукове та візуальне сповіщення про пожежу;
- просте та зрозуміле графічне відображення інформації.

З огляду на простоту системи та необхідність використання доступного ПЗ, було вирішено створити власне програмне забезпечення для персонального комп'ютера з використанням стандартних засобів, зокрема мови Python або середовища Delphi/Lazarus. Це дозволяє:

- легко реалізувати обмін даними по RS-485 через USB-адаптер;
- організувати стабільний цикл опитування стану ПЛК;
- та реалізувати простий та інтуїтивний інтерфейс користувача.

Вимоги до програмного забезпечення наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Вимоги до ПЗ

Параметр	Характеристика
Операційна система	Windows 7 / 10
Інтерфейс обміну	RS-485 (через USB або COM-порт)
Формат зв'язку	ASCII / Modbus RTU / власний протокол ПЛК
Інтервал опитування	1–2 с
Реакція на події	Виведення повідомлення, журналювання, звукова сигналізація
Надійність	Безперебійна робота 24/7

### 3.3.1 Переваги самостійно розробленого ПЗ:

Адаптивність – ПЗ точно відповідає логіці роботи ПЛК та вимогам об'єкта:

- простота – мінімум зайвих функцій, що підвищує надійність;
- мінімальні ресурси – працює на бюджетному комп'ютері без потреби в дорогому обладнанні;
- контроль – повний доступ до коду дає змогу швидко вносити зміни або розширювати функціональність.

Обґрунтування вибору середовища розробки наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Обґрунтування вибору середовища розробки

Варіант	Переваги	Примітки
Python	Безкоштовне, кросплатформне, просте для GUI	Потребує встановлення інтерпретатора
Delphi / Lazarus	Швидкодія, компіляція в .exe, класичний Windows-інтерфейс	Lazarus – безкоштовна альтернатива Delphi

Для зменшення витрат і забезпечення відповідності проєктним цілям буде використано Lazarus – безкоштовне середовище для розробки Windows-додатків мовою Pascal, сумісне з обладнанням та просте в підтримці.

### 3.4 Розробка програмного забезпечення системи автоматизації

На основі алгоритму моніторингу та вибраного програмного забезпечення було розроблено спеціалізовану програму для диспетчерського комп'ютера, що забезпечує нагляд за станом пожежної сигналізації. Програма реалізована у середовищі Lazarus, що дозволяє створювати незалежні від зовнішніх бібліотек Windows-додатки.

Основні функції програмного забезпечення:

- опитування ПЛК Тірас-4 по інтерфейсу RS-485;
- розпізнавання станів: «норма», «пожежа», «неисправність», «відключено»;
- графічне відображення стану кожного шлейфу на екрані;
- аудіо- та візуальна сигналізація при спрацюванні;
- журнал подій з фіксацією часу, стану і джерела події;
- мінімальне налаштування і максимальна стабільність у роботі.

Структура програми:

- головне вікно:
- вивід статусу кожного шлейфу (до 8);
- індикатори станів: зелений – норма, червоний – пожежа, жовтий – несправність;
- поле для повідомлень;
- кнопка «Скидання» для зняття звуку сигналізації.

Комунікаційний модуль:

- реалізує з'єднання через COM-порт (USB-RS485 адаптер);
- опитує ПЛК кожні 2 секунди;
- обробляє відповідь згідно із внутрішнім протоколом ПЛК.

Журнал подій:

- веде запис кожної зміни стану у текстовий файл;
- запис містить час, номер шлейфу, новий стан;
- файл відкривається з головного вікна для перегляду або друку.
- інтерфейс користувача:

Програма має простий вигляд (Додаток): індикатори шлейфів розміщені у вигляді таблиці; повідомлення про події виводяться вниз; у разі пожежі програма подає звуковий сигнал (системний бєер) та виводить червоне повідомлення; відсутня необхідність втручання користувача – програма запускається разом з комп'ютером та працює у фоновому режимі.

Надійність та зручність: програма не потребує інтернет-з'єднання або складних налаштувань; Надійно працює у фоновому режимі 24/7; Журнал подій дозволяє аналізувати дії персоналу або хронологію спрацювань.

Таким чином, розроблене програмне забезпечення повністю відповідає вимогам традиційної, простої та надійної системи автоматизації моніторингу пожежної сигналізації з мінімальними витратами та високим рівнем адаптації під об'єкт

### 3.5 Висновки до розділу

Запропонована система автоматизованого моніторингу пожежної сигналізації є простим, надійним та економічно вигідним рішенням, що орієнтоване на використання доступних вітчизняних компонентів. Вона розроблена для забезпечення безперервного контролю пожежної безпеки на об'єкті, розділеному на вісім зон.

В основі системи лежить програмований логічний контролер (ПЛК) "Тірас-4" [6], який ідеально відповідає потребам проекту завдяки підтримці восьми шлейфів сигналізації. Алгоритм роботи ПЛК чітко визначений: від ініціалізації та регулярного опитування стану шлейфів до виявлення тривожних ситуацій (пожежа, обрив, коротке замикання) і негайного сповіщення.

Важливою особливістю є постійний моніторинг лінії зв'язку з диспетчерським пунктом, що гарантує своєчасне виявлення несправностей у комунікації.

Ключові аспекти та переваги системи:

Надійність та простота: принцип "мінімум зайвого" забезпечує високу стійкість до збоїв, легкість в обслуговуванні та мінімізує людські помилки.

Відповідність нормам: система спроектована з урахуванням норм пожежної безпеки [2,5], а ретельний розрахунок компонентів підтверджує її функціональність та ефективність.

Оптимальне використання ресурсів: підбір 24 порогових димових сповіщувачів типу ПП 212-141 (по три на кожен з восьми зон) є обґрунтованим і достатнім для покриття заявленої площі.

Розрахункова автономність: завдяки резервному акумулятору 12 В, 7 А·год система здатна працювати автономно близько 5 годин у разі відключення основного живлення, що забезпечує додатковий рівень безпеки.

Ефективна комунікація: використання інтерфейсу RS-485 та стандартного кабелю UTP для зв'язку між ПЛК та комп'ютером диспетчера гарантує стабільну передачу даних.

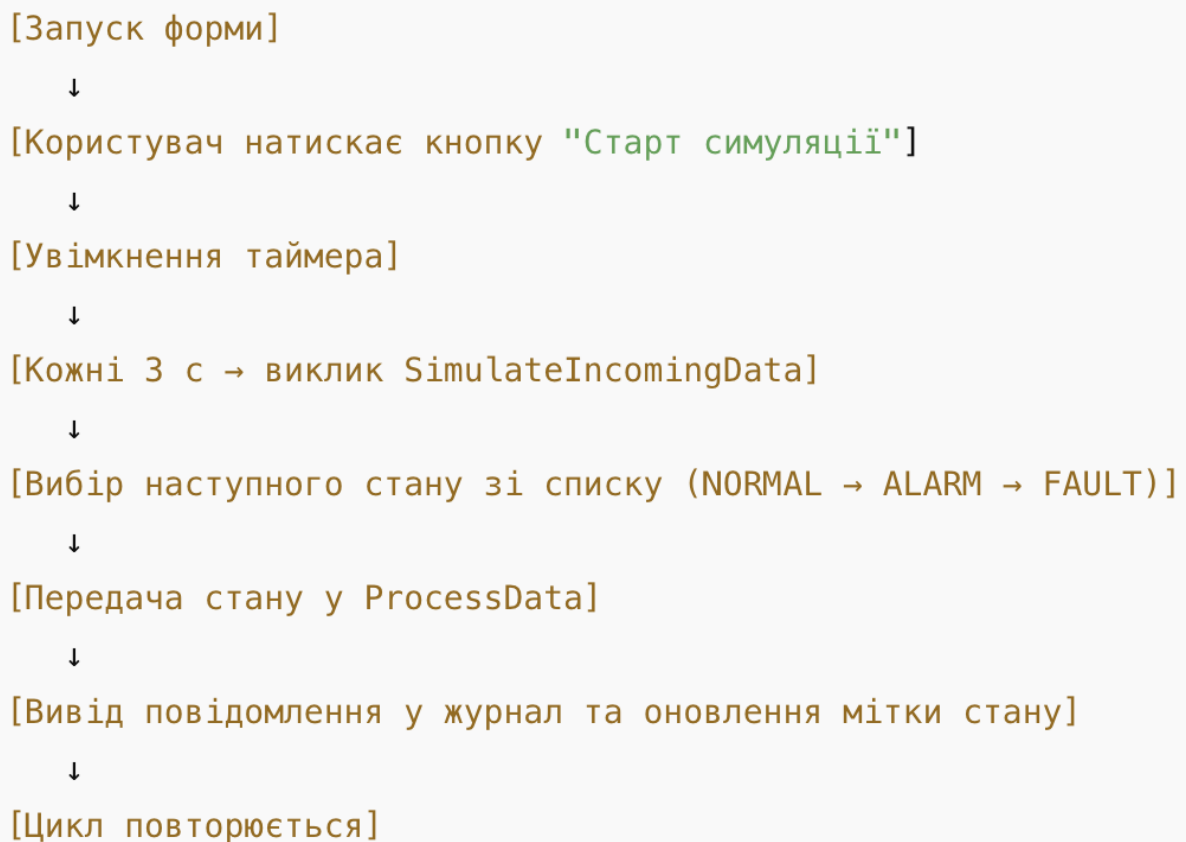
Зручний диспетчерський пункт: робоче місце диспетчера, що включає стандартний ПК/ноутбук з ОС Windows та адаптер USB-RS485, дозволяє легко візуалізувати стан системи. Додатково, джерело безперебійного живлення (ДБЖ) для ПК підкреслює зосередженість на безперервності моніторингу, навіть за умов нестабільного енергопостачання.

Ця система являє собою комплексне, але водночас не перевантажене надмірними функціями рішення, що забезпечує ефективний моніторинг пожежної сигналізації. Її архітектура та вибір компонентів свідчать про практичний підхід до забезпечення безпеки, де пріоритетом є безперебійність функціонування та швидке реагування на потенційні загрози.

## 4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

### 4.1 Перевірка працездатності системи автоматизації моніторингу пожежної сигналізації

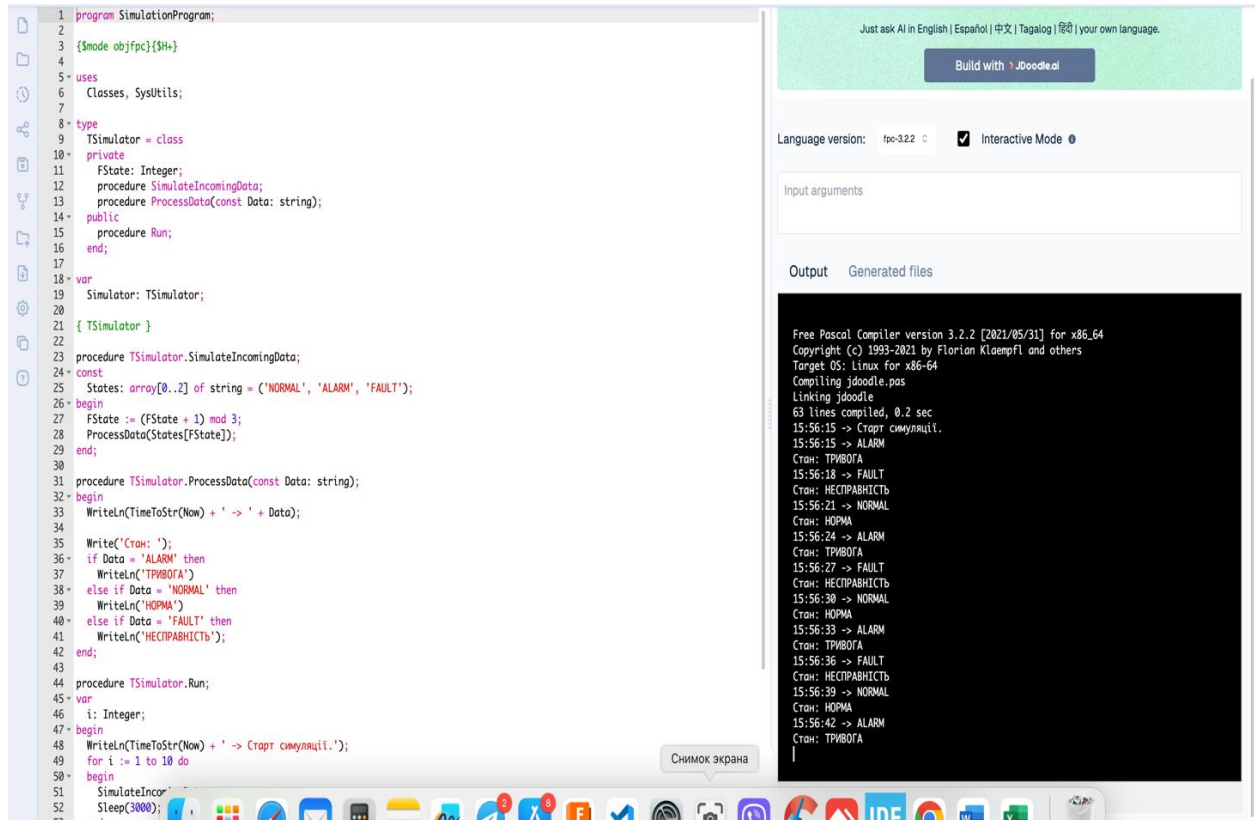
Рисунок 4.1 – Схема роботи системи



Для підтвердження ефективності та функціональності розробленої автоматизованої системи моніторингу пожежної сигналізації було проведено її тестування в умовах програмного моделювання. Цей підхід дозволив оцінити коректність роботи алгоритмів без залучення реального обладнання. Основу системи становить вітчизняний програмований логічний контролер типу «Тірас-4». Його використання забезпечує реалізацію основних функцій системи без потреби у складних чи дорогих компонентах.

У процесі тестування були змодельовані різні сценарії роботи системи, зокрема:

Рисунок 4.2 – Функціональне тестування системи



Нормальний режим функціонування – у разі відсутності сигналів від пожежних датчиків система перебуває у черговому стані готовності. На дисплеї оператора відображається повідомлення про нормальний стан, індикатори залишаються у положенні, що свідчить про відсутність небезпеки.

Аварійна ситуація (режим тривоги) – при імітації спрацювання одного з датчиків система одразу переходить у стан тривоги. Контролер фіксує подію, активує світлові й звукові сигнали, а також передає на диспетчерський ПК інформацію про джерело тривоги (який саме канал спрацював).

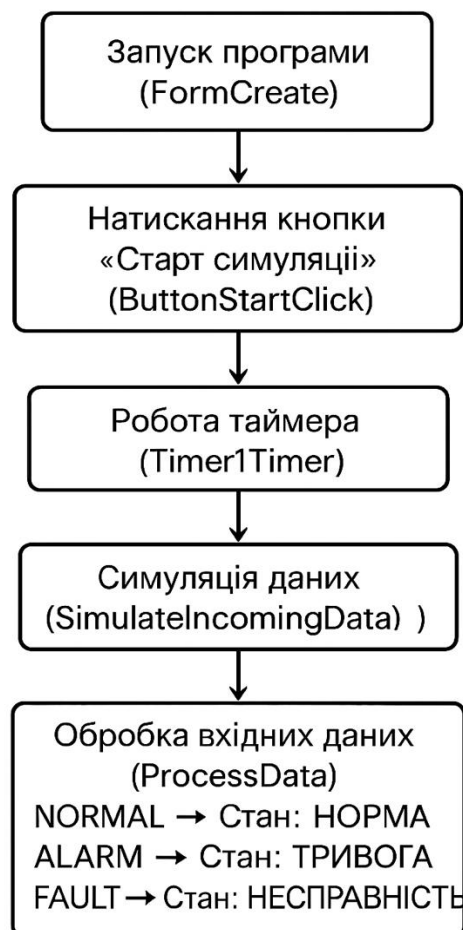
Відновлення після тривоги – після того як умови нормалізуються, система автоматично скидає стан тривоги й повертається до режиму чергування без необхідності втручання оператора.

Тестування засвідчило коректність роботи програмної логіки, стабільність функціонування контролера та відсутність затримок у обробці сигналів навіть за умов одночасного спрацювання кількох датчиків. Це демонструє готовність системи до практичного впровадження на об'єктах різного призначення.

#### 4.2 Функціональна схема роботи системи

Функціональна схема показує логічні функції системи

Рисунок 4.3 – Функціональна схема роботи системи



##### 4.2.1 Запуск програми (FormCreate)

При запуску форми (подія FormCreate) виконується ініціалізація інтерфейсу: Встановлюється початковий текст мітки стану: Стан: невідомий. Очищується вікно журналу подій (MemoLog.Clear). Встановлюється інтервал таймера на 3000 мс (3 секунди) – саме з такою періодичністю будуть генеруватися симульовані події.

#### 4.2.2 Натискання кнопки "Старт симуляції" (ButtonStartClick)

При натисканні кнопки: У вікно журналу записується повідомлення зі штампом часу про початок симуляції. Активується таймер (Timer1.Enabled := True), який кожні 3 секунди викликає симуляцію події.

#### 4.2.3 Робота таймера (Timer1Timer)

Кожні 3 секунди викликається процедура SimulateIncomingData, яка імітує отримання нового стану системи.

#### 4.2.4 Симуляція даних (SimulateIncomingData)

Масив можливих станів: NORMAL, ALARM, FAULT. Змінна FState циклічно перебирає значення від 0 до 2 (модуль 3). Обраний стан передається в ProcessData.

#### 4.2.5 Обробка вхідних даних (ProcessData)

До MemoLog додається запис з часом та отриманим станом. В залежності від стану, змінюється текст на мітці LabelStatus.Caption: NORMAL → Стан: НОРМА, ALARM → Стан: ТРИВОГА, FAULT → Стан: НЕСПРАВНІСТЬ

### 4.3 Охорона праці персоналу при експлуатації системи

Запровадження системи автоматизації моніторингу пожежної сигналізації супроводжується необхідністю дотримання вимог з охорони праці, техніки безпеки та санітарно-гігієнічних норм. Ці вимоги спрямовані на мінімізацію

ризиків як для технічного обладнання, так і для персоналу, що здійснює його експлуатацію.

#### 4.3.1 Електробезпека

Обладнання системи працює під електричною напругою, тому під час монтажу, налаштування чи обслуговування важливо дотримуватися заходів електробезпеки:

Монтажні роботи та обслуговування повинні виконувати виключно працівники, які мають відповідний допуск до робіт під напругою.

Усі пристрої мають бути заземлені згідно з чинними нормативами.

Електроживлення системи здійснюється через захисні автомати та пристрої захисного відключення (УЗО), що запобігають ураженню струмом при аварійних ситуаціях.

Перед будь-якими роботами обов'язкове повне відключення системи від живлення.

#### 4.3.2 Пожежна безпека

Незважаючи на те, що система призначена для запобігання пожежам, її власні електронні компоненти також можуть стати джерелом небезпеки при порушенні правил експлуатації. З цією метою:

Усі приміщення, де встановлене обладнання, повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння (порошковими або вуглекислотними вогнегасниками).

Кабелі слід використовувати вогнестійкі, прокладати їх у спеціальних коробах або лотках.

Розміщення приладів необхідно здійснювати у доступних для обслуговування та захищених від перегріву місцях.

#### 4.3.3 Умови праці диспетчера

Працівники, відповідальні за моніторинг системи, проводять значну частину часу за комп'ютером. Для забезпечення їхнього здоров'я та працездатності необхідно:

Дотримуватися режиму праці з перервами кожні 2 години.

Розташувати монітор на рівні очей або дещо нижче для зменшення навантаження на шийний відділ хребта.

- Забезпечити належне освітлення робочого місця, уникати відблисків на екрані.
- Використовувати ергономічне обладнання: стіл та стілець належної висоти, підставку під ноги тощо.

Захист електронного обладнання

Щоб уникнути пошкодження електронних компонентів під час монтажу та експлуатації, слід:

Використовувати антистатичні засоби захисту, наприклад браслети та заземлені робочі поверхні.

Не торкатися контактів мікросхем голими руками для запобігання статичним розрядам.

#### 4.4 Висновки до розділу

Проведене тестування продемонструвало повну відповідність роботи системи поставленим технічним вимогам. Реалізовані алгоритми забезпечують оперативне реагування на зміни стану датчиків і відсутність затримок у роботі навіть у разі одночасного надходження кількох сигналів. Система підтвердила свою готовність до практичного використання.

Особлива увага приділяється вимогам охорони праці – їх дотримання є невід'ємною частиною безпечної експлуатації системи й гарантією збереження життя і здоров'я персоналу.

## ВИСНОВКИ

У ході виконання цієї дипломної роботи було розглянуто актуальну проблему – моніторинг пожежної сигналізації з використанням автоматизованих рішень, доступних для широкого кола користувачів, включно з малими підприємствами та бюджетними установами.

На основі аналізу сучасних систем пожежної сигналізації [3, 8, 9, 10] встановлено, що більшість наявних рішень або технічно застарілі, або ж надмірно складні та дорогі у впровадженні. Це створює потребу у розробці простої, надійної та ефективної системи, яка б виконувала основні завдання: контроль стану пожежних шлейфів, оперативне виявлення тривоги і своєчасне повідомлення відповідальних осіб.

У межах проєкту було запропоновано та реалізовано систему на основі програмованого логічного контролера Тірас-4 [6], який дозволяє контролювати до восьми зон сигналізації. Перевагою обраного ПЛК є його простота, сумісність з вітчизняними сповіщувачами та стабільна робота. Для кожної з зон були розраховані компоненти системи – димові сповіщувачі, кабельна інфраструктура, блок живлення та резервне живлення.

Особливу увагу приділено створенню власного програмного забезпечення для диспетчерського комп'ютера, яке реалізоване у середовищі Lazarus. Воно забезпечує візуальний контроль стану кожного шлейфу, подає сигнали тривоги, веде журнал подій і працює стабільно в режимі 24/7 без потреби у втручанні оператора.

У результаті була створена універсальна система, що: легко налаштовується та масштабується; не потребує дорогого обладнання; інтегрується з уже встановленими елементами охоронної системи; забезпечує чітке і швидке інформування у разі виявлення пожежної загрози; відповідає сучасним вимогам до надійності, автономності та простоти обслуговування.

Таким чином, ця робота демонструє, що навіть за умов обмеженого бюджету можна побудувати ефективну систему контролю пожежної безпеки, яка дозволить вчасно реагувати на загрози та зменшити ризики для людей та майна.

Також, отримані результати роботи можна віднести до Цілі сталого розвитку 12 «забезпечення переходу до раціональних моделей споживання і виробництва».

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. ГОСТ 12.1.004-91. Пожежна безпека. Загальні вимоги. – Київ: Державне видавництво стандартів, 1992.
2. Методичні вказівки з підготовки кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології освітньої програми «Системна інженерія» / Упоряд.: І.Ш. Невлюдов, О.М. Цимбал, О.В. Токарева, А.І. Бронніков. Харків: ХНУРЕ, 2022. – 66 с.
3. ДСТУ EN 54-1:2014/2018 "Системи пожежної сигналізації. Частина 1: Загальні положення"
4. Томенко В. І., Ковальов А.І., Костирка О. В., Томенко М. Г. Системи автоматичного пожежогасіння: Навчальний посібник. Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2024. – 207 с.
5. ДСТУ 3008–15. Документація. Звіти у сфері науки та техніки. структура та правила оформлення. Введ. 2015–06–22. К. Держстандарт України, 2017. – 29 с.
6. Терлецький Т. В., Федорчук-Мороз В. І., Кайдик О. Л. Системи пожежної сигналізації : Навчальний підручник для студентів технічних спеціальностей / під заг. ред. Т. В. Терлецького – Луцьк: ІВВ ЛНТУ, 2022. 130 с
7. Офіційний сайт виробника <https://tiras.technology/> - дата звернення 12.06.2025
8. Наказ МВС України від 30.12.2014 № 1417 «Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні» (зі змінами, останні – № 141 від 01.03.2023 та № 474 від 11.07.2024) // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0252-15> (дата звернення: 12.06.2025)
9. ДБН В.2.5-56:2014 "Системи протипожежного захисту. Автоматичні установки пожежної сигналізації"

10. Томенко В. І., Мельник Р. П., Мельник О. Г., Шкарабура І. М., Костирка О. В., Зобенко О. О. Системи пожежної сигналізації, оповіщення та спостереження : Навчальний посібник. Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2003. 198 с.

11. Макаров С. О., Козлов В. Г. Системи пожежної безпеки: проектування та експлуатація: навч. посіб. – Львів: ЛНУБЖД, 2019. – 144 с.

12. Невлюдов І.Ш. Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації. Збірник задач: Навчальний посібник / І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, Г.В. Пономарьова, А.О. Функендорф. Кривий Ріг: КК НАУ. 2018. – 332 с.

13. Автоматизація та Приладобудування («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2025) [Електронний ресурс] : збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2025. – Вип. 1. – 262с.

14. 26МВ до лаб. робіт з дисципліни «Основи охорони праці» для студентів усіх напрямів та форм навчання. / Упоряд.: Т.Є. Стиценко, В.А. Айвазов, О.В. Мамонтов. – Харків: ХНУРЕ, 2018.– 120 с.

15. Теорія автоматичного управління (збірник задач) [Текст]: навч.посіб. для студентів спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології / І.Ш. Невлюдов, О.В. Токарева; Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. - Харків: Панов А.М., 2020. – 240 с.