

оМіністерство освіти і науки України

**Луцький національний технічний університет
Факультет комп'ютерних та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії та охоронних систем**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»**

**ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ,
ОПОВІЩЕННЯ ПРО ПОЖЕЖУ ТА УПРАВЛІННЯ ЕВАКУАЦІЄЮ
ЛЮДЕЙ ОФІСНОГО ЦЕНТРУ**

**DESIGN OF A FIRE ALARM SYSTEM, FIRE NOTIFICATION AND
EVACUATION MANAGEMENT FOR AN OFFICE CENTER**

спеціальність 126 Інформаційні системи та технології
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Інформаційні системи та технології охорони і безпеки»
(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ІСТО-41
ТУМАШ Максим Ігорович

(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент
ТЕРЛЕЦЬКИЙ Тарас Володимирович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 2026 р.
Гарант освітньої програми:
к.т.н., доцент
ТЕРЛЕЦЬКИЙ Тарас Володимирович

(підпис)

Луцьк – 2026 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: *комп'ютерних та інформаційних технологій*

Кафедра: *комп'ютерної інженерії та безпеки*

Ступінь вищої освіти: *бакалавр*

Галузь знань: *12 Інформаційні технології*

Спеціальність: *126 Інформаційні системи та технології*

Освітня програма: *«Інформаційні системи та технології охорони і безпеки»*

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КІБ

к.т.н., доцент Терлецький Т. В.

«___» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

ТУМАШУ Максиму Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: *Проектування системи пожежної сигналізації, оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей офісного центру*

Керівник роботи: *к.т.н., доцент Терлецький Тарас Володимирович*
затверджені наказом закладу вищої освіти від «16» грудня 2026 р. № 529/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи: *«30» травня 2026 р.*

3. Вихідні дані до роботи: *План офісного центру (845,40 кв.м); ДБН В.2.5-56:2014; ДСТУ EN 54-2:2003, ДСТУ EN 54-5:2003, ДСТУ EN 54-7; інструкції та паспорти ППКП «Tiras PRIME A» та сповіщувачів лінійки DETECTO.*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити): *Анотація. Вступ. Розділ 1. Аналітичний огляд стану предметної області (Характеристика об'єкту захисту і оцінка вимог до його пожежної безпеки; аналіз можливих проектних рішень систем пожежної сигналізації й оповіщення та управління евакуацією людей; постановка завдань на кваліфікаційну роботу бакалавра). Розділ 2. Обґрунтування вибору засобів реалізації (обґрунтування вибору компонентів системи пожежної сигналізації; обґрунтування вибору компонентів оповіщення та управління евакуацією людей; обґрунтування методів інтеграції проектованої інформаційної системи до інфраструктури об'єкта захисту). Розділ 3. Практична реалізація (Визначення місця встановлення пожежних сповіщувачів та розрахунок їх кількості; розроблення системи оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей; розрахунок джерела резервного живлення; рекомендації до розташування складових інформаційної системи; побудова ліній зв'язку системи та розробка схем кабельних мереж; особливості програмування складових інформаційної системи; технічне обслуговування системи та профілактичні роботи). Загальні висновки та рекомендації. Список використаних джерел. Додатки*

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: *Презентація на 15 слайдах*

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1 Аналітичний огляд стану предметної області	<i>Терлецький Т. В.</i>		
Розділ 2 Обґрунтування вибору засобів та методів реалізації	<i>Терлецький Т. В.</i>		
Розділ 3 Практична реалізація	<i>Терлецький Т. В.</i>		
Загальні висновки та рекомендації	<i>Терлецький Т. В.</i>		
Нормоконтроль	<i>Кайдик О. Л.</i>		
Гарант ОП	<i>Терлецький Т. В.</i>		
Показник запозичень тексту			
Академічна доброчесність	<i>Кайдик О. Л.</i>		

7. Дата видачі завдання: «16» грудня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Обґрунтування теми	До 12.12.2025 р.	
2.	Огляд літератури із досліджуваної проблеми	До 12.12.2025 р.	
3.	Розділ 1 Аналітичний огляд стану предметної області	До 28.02.2026 р.	
4.	Розділ 2 Обґрунтування вибору засобів та методів реалізації	До 31.03.2026 р.	
5.	Розділ 3 Практична реалізація	До 30.04.2026 р.	
6.	Загальні висновки та рекомендації	До 16.05.2026 р.	
7.	Формування списку використаних джерел	До 20.05.2026 р.	
8.	Формування додатків.	До 20.05.2026 р.	
9.	Формування презентації за темою кваліфікаційної роботи	До 20.05.2026 р.	
10.	Нормоконтроль	До 21.05.2026 р.	
11.	Інструментальна перевірка на академічний плагіат	До 22.05.2026 р.	
12.	Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту	До 02.06.2026 р.	

Здобувач вищої освіти _____ (Тумаш М. І.)
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ (Терлецький Т. В.)
(підпис)

АНОТАЦІЯ

Тумаш М. І. Проектування системи пожежної сигналізації, оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей офісного центру. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Інформаційні системи та технології охорони і безпеки». Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2026.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається зі вступу, трьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків.

У пояснювальній записці кваліфікаційної роботи акцентовано увагу на організаційно-технологічному аналізі об'єкта, нормативно-правовій базі та стандартах у сфері протипожежного захисту в Україні згідно з ДБН В.2.5- 56:2014. Обґрунтовано вибір фактора виявлення пожежі за оптичною щільністю повітря та вибір СОУЕ 2-го типу. Представлено порівняльний аналіз сучасного приймально-контрольного обладнання та обґрунтовано вибір базової мікропроцесорної платформи «Tiras PRIME A» та адресно-аналогових сповіщувачів лінійки DETECTO.

Спроектовано схеми кабельних мереж об'єкта, визначено топологію ліній зв'язку та точний метраж вогнестійких провідників з урахуванням монтажних запусків. Описано особливості програмного конфігурування адресного простору, логіку двоетапної верифікації сигналів та сценарії міжсистемної взаємодії з вентиляцією та СККД. Розроблено комплексний регламент планово-профілактичного технічного обслуговування системи протягом її життєвого циклу.

Ключові слова: пожежна сигналізація, система оповіщення, адресно-аналоговий сповіщувач, приймально-контрольний прилад, шлейф зв'язку, вогнестійкий кабель, струм споживання, ємність акумулятора, конфігурування, верифікація, технічне обслуговування.

ABSTRACT

Tumash M. Design of a fire alarm system, fire notification and evacuation management for an office center. Manuscript. Bachelor's qualification thesis in Specialism "Information Systems and Technologies of Protection and Security". Lutsk National Technical University. Lutsk, 2026.

The Bachelor's qualification thesis consists of an introduction, three chapters, general conclusions, a list of references, and appendices.

The explanatory note of the qualification thesis focuses on the organizational and technological analysis of the object, the regulatory and legal framework, and standards in the field of fire protection in Ukraine according to DBN V.2.5-56:2014. The choice of the fire detection factor by the optical density of air and the choice of the 2nd type of fire notification and evacuation management system (SOUE) are substantiated. A comparative analysis of modern fire alarm control equipment is presented, and the choice of the basic microprocessor platform "Tiras PRIME A" and the line of addressable-analog detectors DETECTO is justified.

The diagrams of the object's cable networks are designed, the topology of communication lines and the exact footage of fire-resistant conductors are determined, taking into account installation allowances. The features of software configuration of the address space, the logic of two-stage signal verification, and scenarios of inter-system interaction with ventilation and access control and management system (SKKD) are described. A comprehensive regulation for scheduled preventive maintenance of the system throughout its life cycle has been developed.

Keywords: fire alarm system, notification system, addressable-analog detector, fire alarm control panel, communication loop, fire-resistant cable, current consumption, battery capacity, configuration, verification, technical maintenance.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	8
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	
1.1 Характеристика об'єкту захисту і оцінка вимог до його пожежної безпеки	10
1.2 Аналіз можливих проектних рішень систем пожежної сигналізації й оповіщення та управління евакуацією людей	13
1.3 Вирішення шляхів реалізації проектних рішень	18
1.4 Постановка завдань на кваліфікаційну роботу бакалавра	19
РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЗАСОБІВ ТА МЕТОДІВ РЕАЛІЗАЦІЇ	
2.1 Обґрунтування вибору компонентів системи пожежної сигналізації	21
2.2 Обґрунтування вибору компонентів оповіщення та управління евакуацією людей	27
2.3 Обґрунтування методів інтеграції проектованої інформаційної системи до інфраструктури об'єкта захисту	28
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ	
3.1 Визначення місця встановлення пожежних сповіщувачів та розрахунок їх кількості	30
3.2 Розроблення системи оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей	32
3.3 Розрахунок джерела резервного живлення	34
3.4 Рекомендації до розташування складових інформаційної системи	39
3.5 Побудова ліній зв'язку системи та розробка схем кабельних мереж ..	42
3.6 Особливості програмування складових інформаційної системи	45
3.7 Технічне обслуговування системи та профілактичні роботи	49
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ	51

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	53
----------------------------------	----

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ТСР/ІР – стек мережевих протоколів передачі даних (Transmission Control Protocol / Internet Protocol).

АІ – адресний інтерфейс.

АЦП – аналого-цифровий перетворювач.

ІКЗ – Ізолятори короткого замикання

ОС – оповіщувач світловий.

ОСЗ – оповіщувач світло-звуковий.

ПКП – прилад приймально-контрольний.

ППКП – прилад приймально-контрольний пожежний.

СККД – система контролю і керування доступом

СКУД – система контролю та управління доступом.

СОУЕ – система оповіщення та управління евакуацією людей при пожежі.

СПС – система пожежної сигналізації.

ВСТУП

Актуальність даної роботи зумовлена необхідністю підвищення рівня безпеки сучасних адміністративних та комерційних об'єктів шляхом впровадження ефективних засобів раннього виявлення небезпечних факторів. Розгалужена архітектура сучасних офісних приміщень та постійне перебування в них значної кількості персоналу вимагають використання інтелектуальних інформаційних систем, здатних мінімізувати час реагування на загрози та забезпечити чітку координацію дій під час евакуації.

Об'єкт дослідження – процес забезпечення протипожежного захисту, локалізації небезпечних факторів загорянь та автоматизованого управління евакуаційними потоками в адміністративно-офісних будівлях.

Предмет дослідження – архітектура, апаратні засоби, програмні алгоритми взаємодії, топологія кабельних мереж та методи інтеграції адресно-аналогової інформаційної системи пожежної безпеки.

Мета кваліфікаційної роботи – комплексне інженерне проектування та алгоритмічне обґрунтування відмовостійкої системи пожежної сигналізації, а також системи оповіщення та управління евакуацією людей для офісного центру з метою мінімізації часу виявлення загроз та гарантування безпеки персоналу.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішується комплекс практичних завдань. На основі аналізу планувальних особливостей приміщень об'єкта виконується розрахунок оптимального розміщення та необхідної кількості автоматичних і ручних пожежних сповіщувачів. Проектування передбачає обґрунтування топології ліній зв'язку для ізоляції зон моніторингу, а також розробку алгоритмів взаємодії з інженерними підсистемами будівлі, зокрема системами вентиляції та контролю доступу, для забезпечення безперешкодного руху людей під час надзвичайних ситуацій.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Характеристика об'єкту захисту і оцінка вимог до його пожежної безпеки

Об'єктом дослідження у даній кваліфікаційній роботі є захист офісного центра адміністративного призначення, яке характеризується складною планувальною структурою та значною кількістю окремих функціональних зон рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – План об'єкта офісний центр

Планувальна схема об'єкта включає понад 56 кабінетів, де 47 окремих кабінетів, що використовуються як робочі місця персоналу, а також ряд допоміжних приміщень: зону лобі, конференц-зали, кімнати відпочинку, санітарні вузли, склад, кімната охорони та центр копіювальної техніки рисунку 1.2.

Внутрішній простір будівлі поділений за допомогою гіпсокартонних перегородок товщиною 140 мм. Такі конструкції забезпечують можливість прихованого прокладання інженерних мереж, зокрема шлейфів пожежної сигналізації, без порушення естетичного вигляду офісу. Разом із тим, гіпсокартонні перегородки мають обмежену вогнестійкість і не забезпечують

повної герметичності зон, що впливає на характер поширення продуктів горіння та температурних потоків у разі виникнення пожежі.

Основні геометричні та архітектурні параметри об'єкта, що є вихідними даними для проектування системи захисту:

- висота приміщень – 3000 мм;
- ширина коридору – 1360 мм;
- ширина дверних прорізів у кабінети – 1000 мм;
- тип перегородок – гіпсокартонні, товщиною 140 мм.

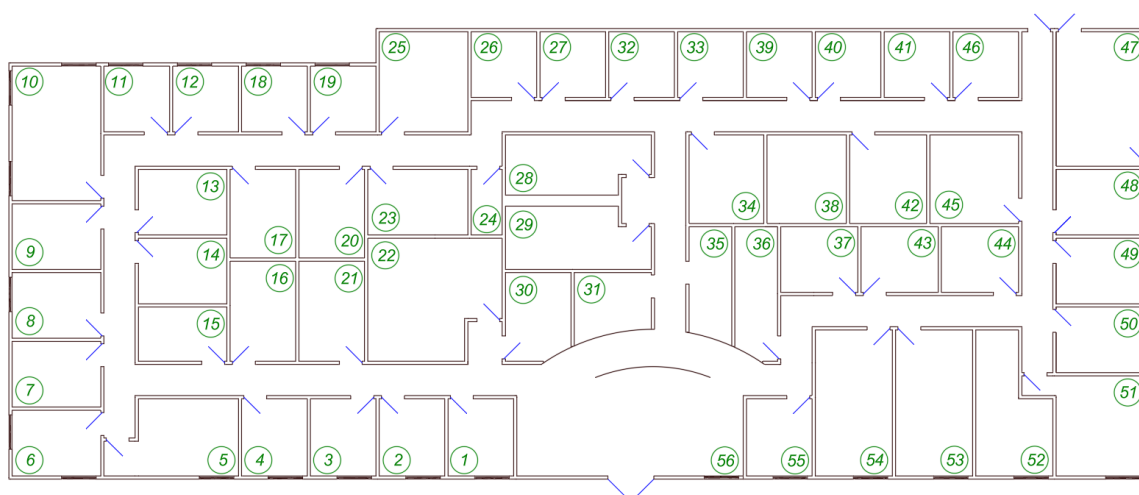


Рисунок 1.2 – Створений плану в AutoCad

Згідно з вимогами нормативних документів, висота адміністративних приміщень місткістю більше 50 осіб повинна бути не менше 3,0 м. Відповідно до ДБН В.2.5-56:2014 [1], проєктований об'єкт класифікується як адміністративно-офісна будівля. Оскільки загальна площа приміщень офісного центру становить 845,40 м², що перевищує нормативний поріг у 300 м², об'єкт підлягає обов'язковому оснащенню автоматичними системами протипожежного захисту.

Проєктування комплексу протипожежного захисту та вибір сповіщувачів для офісного центру виконано згідно з вимогами стандартів серії ДСТУ EN 54. Логіка функціонування головного ПКП узгоджена з ДСТУ EN 54-2:2003 [2]. На основі аналізу ДСТУ EN 54-5:2003 [3] застосування теплових сенсорів визнано неефективним через їхню високу теплову інерційність, тому характеристики

оптичних камер сповіщувачів підібрано відповідно до ДСТУ EN 54-7 [4]. Наявність 47 ізольованих кабінетів підвищує ризик затримки виявлення осередку займання, що зумовлює високі вимоги до щільності покриття та точності локалізації сигналу. Дані завдання повністю реалізуються за допомогою адресно-аналогової архітектури, базові функції якої наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика основних груп приміщень об'єкта

Категорія приміщень	Кількість	Особливості пожежної небезпеки
Робочі кабінети (№101-147)	47	Наявність оргтехніки, паперових носіїв, меблів
Конференц-зали	2	Однчасне перебування великої кількості людей
Санвузол чоловічий/жіночий	2	Наявність вологого середовища, оздоблювальних полімерних матеріалів, обмежене пожежне навантаження.
Лоббі	1	Велика відкрита площа, постійне перебування відвідувачів та персоналу, основний шлях евакуації.
Лаунж-зона	1	Висока концентрація горючих матеріалів в інтер'єрі (м'які меблі), наявність побутових електроприладів (кавомашини, чайники).
Типографія	1	Висока щільність паперової продукції, наявність хімічних реактивів (тонерів, фарб), велика кількість спеціалізованого електрообладнання.
Склад	1	Наявність значної кількості горючих матеріалів та пакування, використання стелажного обладнання, обмежена природна вентиляція.
Кімната охорони	1	Цілодобова експлуатація електронно-обчислювальної техніки та моніторів, велика концентрація кабельних мереж під постійною напругою.

Детальний аналіз наведених у таблиці 1.1 характеристик дозволяє зробити висновок, що об'єкт захисту має вкрай неоднорідне за своєю фізико-хімічною структурою пожежне навантаження. Постійна експлуатація великої кількості обчислювальної техніки в 47 робочих кабінетах та кімнаті охорони суттєво підвищує ризик виникнення пожеж, пов'язаних із займанням електропроводки під напругою, що вимагає застосування високочутливих датчиків на стадії тління. Своєю чергою, специфіка технологічних процесів у типографії та складі зумовлює високу концентрацію твердих горючих матеріалів у вигляді паперової продукції та пакування, які здатні спровокувати швидке поширення полум'я.

1.2 Аналіз можливих проектних рішень систем пожежної сигналізації й оповіщення та управління евакуацією людей

Системи пожежної сигналізації є складними програмно-апаратними комплексами, які відіграють критично важливу роль у загальній структурі безпеки сучасних адміністративних об'єктів. На сучасному етапі розвитку інженерної думки такі системи трансформувалися у високоінформаційні керовані мережі, головне завдання яких полягає у безперервному моніторингу фізичних параметрів середовища, мінімізації часу локалізації небезпечних факторів та автоматизованому управлінні суміжними інженерними комунікаціями будівлі.

Сучасний розвиток мікропроцесорної техніки дозволяє розділити системи пожежної сигналізації на три основні типи за принципом обробки сигналів та обміну даними. Вони відрізняються інформаційністю, швидкістю виявлення загрози, специфікою монтажу та масштабованістю. Порівняльний аналіз цих концепцій є обов'язковим етапом для обґрунтування оптимальної апаратної бази під умови конкретного офісного центру.

1.2.1 Неадресні системи сигналізації

Неадресні (порогові) системи представляють собою традиційний тип систем автоматичного виявлення пожежі, принцип роботи яких базується на постійному контролі фізичних параметрів шлейфу сигналізації, зокрема зміни його сумарного електричного опору. У таких архітектурах сповіщувачі виступають у ролі пасивних релейних елементів. При досягненні критичної концентрації продуктів горіння внутрішній опір датчика різко знижується (відбувається замикання лінії), що розцінюється приймально-контрольним приладом як режим «Пожежа».

У разі спрацювання будь-якого сповіщувача в межах одного променя (шлейфу), прилад фіксує лише узагальнений сигнал тривоги без можливості ідентифікації конкретного пристрою чи кабінету, що активувався. До переваг

таких рішень відносять низьку вартість апаратної складової та спрощеність пусконаладжувальних робіт.

Незважаючи на економічні переваги, для об'єктів із великою кількістю ізольованих приміщень, таких як даний офісний центр із 56 кабінетами, неадресні системи мають критичні технічні недоліки:

- неможливість точної локалізації осередку призводить до того, що при фіксації тривоги по шлейфу персонал змушений вручну обходити всі приміщення, підключені до цього променя, а це суттєво збільшує час реагування на загрозу;

- низька живучість лінії зв'язку проявляється в тому, що одиничний обрив або коротке замикання радіального шлейфу спричиняє повну втрату взаємодії з усіма наступними сповіщувачами в цій лінії;

- висока ймовірність хибних тривог зумовлена повною відсутністю інтелектуального аналізу середовища, через що система часто спрацьовує на звичайний пил, водяний пар або дрібних комах.

1.2.2 Адресні порогові системи

Адресні системи передбачають присвоєння кожному сповіщувачу унікального цифрового ідентифікатора (адреси) на стадії програмування або ініціалізації. Центральний ПКП здійснює циклічне послідовне опитування (фреймовий обмін даними) пристроїв у шлейфі за допомогою спеціалізованого протоколу обміну даними.

У відповідь на запит ПКП кожен сповіщувач передає цифровий пакет, який містить його адресу та код поточного логічного стану: «Норма», «Пожежа» або «Несправність».

Переваги адресної архітектури:

- висока точність локалізації тривоги з точністю до конкретного датчика;
- спрощення процедури обслуговування за рахунок точної індикації несправного вузла чи забрудненої оптичної камери;

- можливість програмної інтеграції з інженерними системами будівлі на основі логічних адрес.

Основним технічним обмеженням адресних систем є залежність часу реакції від кількості пристроїв у шлейфі (інформаційна затримка при послідовному опитуванні). Крім того, рішення про тривогу все ще приймає сам датчик на основі жорстко зафіксованого апаратного порогу, що унеможливорює динамічний аналіз «передтривожних» станів середовища.

1.2.3 Адресно-аналогові інформаційні системи

Адресно-аналогові системи є найбільш прогресивними та ефективними для об'єктів адміністративного призначення. Головна відмінність полягає в тому, що рішення про стан об'єкта приймає не сповіщувач, а ПКП на основі безперервного динамічного аналізу масиву аналогових даних, що надходять від периферійних пристроїв.

Сповіщувачі в такій системі виконують роль вимірювальних приладів. Вбудований оптичний сенсор або терморезистор здійснює моніторинг фізичних параметрів середовища, трансформує їх за допомогою внутрішнього АЦП у цифровий вигляд та передає на ПКП поточні аналогові значення контрольованих параметрів в реальному часі.

Ключові технічні переваги адресно-аналогової архітектури:

- раннє виявлення загорянь забезпечується тим, що центральний процесор ПКП безперервно аналізує математичний тренд, тобто швидкість та характер зміни параметрів середовища, фіксуючи пожежу на стадії тління задовго до досягнення критичного порогу;

- ефективні алгоритми компенсації запиленості дозволяють системі відстежувати повільні довгострокові зміни базового рівня сигналу, викликані природним осіданням пилу в димовій камері, та автоматично коригувати поріг чутливості, що усуває головну причину хибних тривог;

- гнучке конфігурування порогів передбачає можливість індивідуального програмного встановлення рівнів чутливості для кожного приміщення залежно від його призначення, наприклад, вищої чутливості для серверної чи кімнати охорони та адаптивного порогу для лаунж-зони;

– надійна кільцева топологія ліній зв'язку разом із використанням ІКЗ у кільцевих шлейфах повністю гарантує збереження працездатності всієї мережі при поодинокому обриві або замиканні лінії.

Для формування висновку щодо вибору топології системи доцільно порівняти характеристики розглянутих архітектур у табличному вигляді. Оцінювання проводиться за критеріями точності локалізації осередку, швидкості реакції, відмовостійкості ліній зв'язку та вартості кабельної інфраструктури. Порівняльний аналіз базових типів систем пожежної сигналізації наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Порівняльна характеристика типів систем пожежної сигналізації

Параметр порівняння	Неадресна СПС	Адресна СПС	Адресно-аналогова СПС
Точність локалізації	Низька (до шлейфу)	Висока (до датчика)	Максимальна (до зони)
Імовірність хибних тривог	Висока	Середня	Мінімальна
Спосіб прийняття рішення	Датчик (поріг)	Датчик (поріг)	ПКП (аналіз динаміки)
Складність монтажу	Висока (багато кабелів)	Середня	Низька (кільцева топологія)
Вартість володіння	Низька	Середня	Оптимальна (за рахунок дешевого обслуговування)

Результати порівняльного аналізу (табл. 1.2) доводять перевагу адресно-аналогової архітектури над альтернативними рішеннями за всіма параметрами. Традиційні неадресні комплекси є малоефективними через альну топологію та низьку відмовостійкість. Класичні адресні опитувальні системи, попри точну ідентифікацію сповіщувачів, обмежені жорсткими заводськими порогоми чутливості, що унеможливорює динамічне підлаштування системи під специфіку конкретної зони об'єкта.

1.2.4 Аналіз СОУЕ

Відповідно до вимог нормативного документа ДБН В.2.5- 56:2014 за таблиця Б.1, вибір типу СОУЕ визначається поверховістю, функціональним призначенням, специфікою перебування персоналу та загальною площею

будівлі. Для адміністративних та офіційних об'єктів площею до 1000 квадратних метрів нормативно допускається проектування систем 1-го або 2-го типу.

Оскільки архітектура досліджуваного офісного центру має кабінетну структуру та протяжні коридори, виникла інженерна необхідність детального порівняння параметрів технічної реалізації цих двох варіантів. Нормативні вимоги та критерії класифікації для об'єктів даного класу наведено нижче у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Порівняння типів СОУЕ

Тип СОУЕ	Основні технічні засоби	Нормативні критерії застосування	Доцільність для об'єкта
1-й тип	Звукові сирени, тоновані сигнали (без світлових табло)	Одноповерхові будівлі площею до 300 м ²	Категорично заборонено (об'єкт суттєво перевищує ліміт площі)
2-й тип	Звукові сирени + статичні світлові табло «Вихід»	Адміністративні будівлі площею понад 300 м ²	Оптимально (повна відповідність ДБН, закриває всі інженерні задачі)
3-й тип	Мовленнєві гучномовці, текстове зонування	Багатоповерхові об'єкти з великим скупченням незнайомих людей	Економічно недоцільно (відсутня потреба в голосовому диспетчеризуванні)
4-й тип	Роздільне мовленнєве оповіщення зон, динамічні покажчики, зворотний зв'язок з постом.	Висотні будівлі, лікарні, великі ТРЦ площею понад 5000 м ²	Технічно надлишково (відсутні складні евакуаційні потоки чи багатоповерхові атріуми).
5-й тип	Повне комп'ютерне керування евакуацією, інтерактивні табло, повна координація систем життєзабезпечення.	Складні багатофункціональні комплекси, хмарочоси, об'єкти критичної інфраструктури.	Абсолютно недоцільно (масштаб об'єкта не вимагає багатоваріантного програмного моделювання шляхів руху).

Аналіз архітектурних особливостей проектуваного офісного центру довів, що використання 1-го типу СОУЕ є технічно неефективним, оскільки виключно звуковий спосіб сигналізації без світлових покажчиків напрямку руху не здатний забезпечити швидку орієнтацію людей в умовах обмеженої видимості. Впровадження мовленнєвих систем оповіщення (3-й, 4-й та 5-й типи) визнано економічно та інженерно надлишковим для одноповерхової будівлі даної площі.

Таким чином, нормативно та технічно обґрунтовано вибір СОУЕ 2-го типу, яка поєднує в собі звукові пожежні сповіщувачі (сирени) та світлові табло з показниками напрямку евакуації.

1.2.5 Фізико-технічне обґрунтування вибору фактора виявлення пожежі

Ефективність ліквідації загоряння на ранній стадії прямо залежить від правильного вибору домінуючого фактора виявлення (тепло, дим або відкрите полум'я). Для розробки комплексу безпеки адміністративного офісного центру було проведено теоретичний аналіз матеріального середовища та горючого навантаження приміщень кабінетної групи.

Головним горючим навантаженням в офісах є папір, дерево та пластик, горіння яких на початковій стадії характеризується тривалим тлінням з інтенсивним виділенням диму (аерозолю пожежі) за мінімального зростання температури. Через високу теплову інерційність застосування теплових сповіщувачів тут є неефективним, оскільки фіксація загрози відбудеться занадто пізно. Впровадження оптико-електронного димового фактора виявлення дозволяє фіксувати пожежу на етапі появи перших часток диму за рахунок розсіяння інфрачервоного випромінювання, що забезпечує необхідний запас часу для евакуації.

1.3 Вирішення шляхів реалізації проектних рішень

На основі проведеного аналізу характеристик об'єкта захисту та порівняння існуючих технологій виявлення пожежі, оптимальним шляхом реалізації проекту визначено впровадження адресно-аналогової інформаційної системи. Таке рішення є технічно обґрунтованим для офісного центру із загальною кількістю 56 приміщень (включаючи 47 ізольованих робочих кабінетів), де критично важливо забезпечити точну локалізацію осередку займання. Основними технічними заходами реалізації обрано використання інтелектуальних сповіщувачів, які дозволяють не лише ідентифікувати місце виникнення пожежі, а й проводити аналіз параметрів середовища, таких як

задимленість і температура, у реальному часі для мінімізації ризику хибних спрацювань.

Разом із цим передбачається організація двокільцевої топології ліній зв'язку на базі двох незалежних АІ, що забезпечує максимальну живучість системи. Перше кільце виділяється суто для контролю робочих кабінетів, а друге – для магістралі коридору, ручних сповіщувачів та елементів оповіщення. Це гарантує функціонування критично важливих вузлів навіть у разі поодинокого обриву чи замикання одного з шлейфів. Оскільки внутрішні перегородки об'єкта виконані з гіпсокартону товщиною 140 мм, заплановано приховане прокладання мереж у гофрованих трубах за фальш-стінами та підвісною стелею, що гарантує захист ліній при збереженні інтер'єру. Для забезпечення безпеки персоналу впроваджується система оповіщення та управління евакуацією 2-го типу, яка передбачає встановлення звукових сирен та світлових табло, що автоматично активуються при спрацюванні сигналізації.

Також проєктована система забезпечує повну інтеграцію з інженерними мережами будівлі для видачі керуючих сигналів на відключення загальнообмінної вентиляції та розблокування систем контролю доступу на шляхах евакуації. Реалізація цих рішень дозволить створити комплексну систему безпеки, яка повністю відповідає нормативним вимогам ДБН В.2.5- 56:2014 [1] та забезпечує максимальний рівень захисту персоналу.

1.4 Постановка завдань на кваліфікаційну роботу бакалавра

Для досягнення поставленої мети та розв'язання описаної науково-технічної проблеми необхідно виконати такі завдання:

– проаналізувати планувальні та архітектурні особливості 56 приміщень об'єкта офісного центру та виконати розрахунок оптимального розміщення й кількості автоматичних і ручних пожежних сповіщувачів з урахуванням висоти стелі 3,0 м;

- спроектувати підсистему оповіщення та управління евакуацією другого типу для забезпечення нормативного звукового тиску сирен та візуальної орієнтації персоналу на шляхах евакуації;
- обґрунтувати та впровадити двокільцеву топологію адресних інтерфейсів для логічної ізоляції ліній моніторингу робочих кабінетів від загальних евакуаційних шляхів коридору;
- алгоритмізувати процеси автоматизованої взаємодії з припливно-втяжною вентиляцією та системою контролю і управління доступом через адресні релейні модулі;
- виконати електротехнічний розрахунок ємності джерел резервного живлення для забезпечення нормативного часу автономної роботи системи у черговому режимі та режимі тривоги;
- розробити пакет графічних матеріалів, включаючи структурні схеми підключення пристроїв та плани розведення трас кабельних мереж у середовищі AutoCAD;
- сформулювати інженерні рекомендації щодо програмування цифрових компонентів системи та регламенту її подальшого технічного обслуговування.

РОЗДІЛ 2

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЗАСОБІВ ТА МЕТОДІВ РЕАЛІЗАЦІЇ

2.1 Обґрунтування вибору компонентів системи пожежної сигналізації

Обґрунтування конфігурації системи протипожежного захисту спирається на принципи економічної доцільності, технічної надійності та раціонального використання апаратних ресурсів. Оскільки адресно-аналогові сповіщувачі серії Detecto SMK мають високу чутливість та стабільність роботи, у кожному з 56 приміщень передбачається встановлення одного адресного сповіщувача Detecto SMK110 на рисунку 2.1.

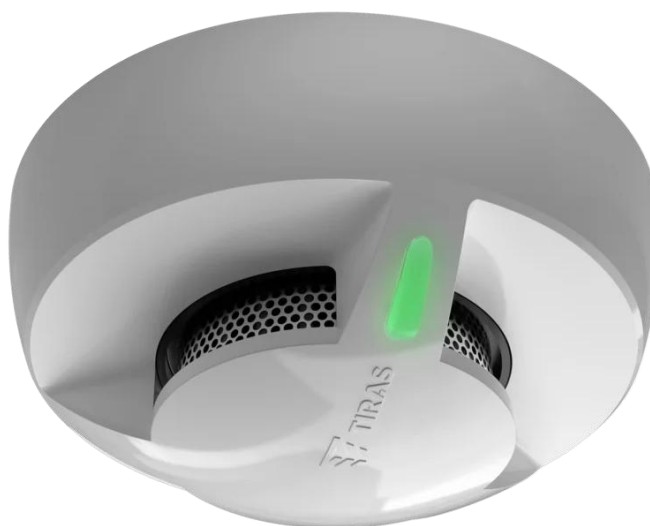


Рисунок 2.1 – Сповіщувач Detecto SMK110 [5]

Таке рішення повністю відповідає вимогам пункту 7.2.8 ДБН В.2.5- 56:2014, оскільки площа кожного з окремих приміщень не перевищує нормативну площу покриття для одного пристрою.

Для об'єднання адресних одиниць у єдину мережу інформаційну систему розбито на два незалежних кільцевих адресних інтерфейси, які позначаються як АІ№1 та АІ№2, що повністю відповідає вимогам стандарту ДСТУ EN 54-13. До першого кільцевого інтерфейсу підключаються виключно димові сповіщувачі в кабінетах, що дозволяє повністю ізолювати логіку моніторингу робочих зон

персоналу. Друге кільце охоплює загальні зони, до яких відносяться евакуаційний коридор та лобі, поєднуючи в собі ручні сповіщувачі Detecto MNL110 на рисунку 2.2.

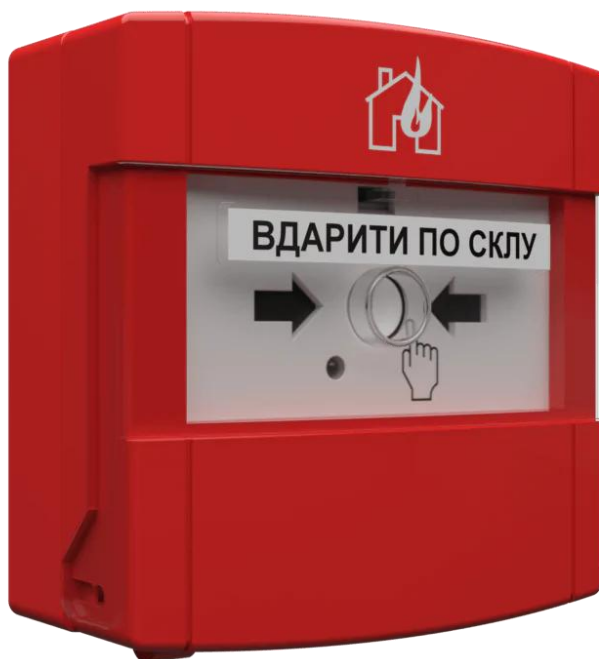


Рисунок 2.2 – Ручний сповіщувач Detecto MNL110 [6]

Організація візуального каналу інформування на шляхах евакуації офісного центру здійснюється за допомогою світлових пожежних оповіщувачів показників серії ОС-1 з постійним або динамічним підсвічуванням інформаційного напису «Вихід». Ці пристрої розташовуються безпосередньо над дверними прорізами аварійних виходів, що ведуть назовні з будівлі, а також на роздоріжжях магістрального Т-подібного коридору шириною 1360 мм для чіткої орієнтації людей з віддалених кабінетів. Фізичний монтаж табло ОС-1 виконується на висоті від 2,0 до 2,5 м від рівня чистої підлоги, що забезпечує їх пряму видимість для персоналу навіть в умовах виникнення задимлення чи вимкнення основного лінійного освітлення. Просторові параметри встановлення та геометричні вимоги до розміщення світлових показників евакуації над дверима відображено на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – ОС-1 «Вихід» [7]

Акустичне та візуальне оповіщення персоналу реалізується світлозвуковими пожежними оповіщувачами ОСЗ-2 «Пожежа». Їх монтаж передбачено на стінах евакуаційного коридору, конференц-залів та лобі. Висота встановлення пристроїв становить не менше 2,3 метра від рівня підлоги, а відстань від верху корпусу до підвісної стелі – не менше 150 міліметрів для запобігання акустичному екрануванню. Розташування пристроїв із монтажними допусками наведено на рисунку 2.4.



Рисунок 2.4 – ОСЗ-2 Пожежа [8]

ППКП «Tiras PRIME A» [9] реалізує алгоритми аналізу даних від сповіщувачів із підтримкою режиму «попередньої тривоги», що мінімізує хибні спрацювання. Апаратна надійність забезпечується вбудованими в пристрої серії ДЕТЕСТО ізоляторами короткого замикання. При замиканні лінії ізолятори локалізують проблемну ділянку, а кільцева топологія шлейфу дозволяє зберегти 100% працездатність усіх компонентів шляхом двостороннього опитування.

Центральний прилад (рис. 2.5) обрано в базовій конфігурації, яка підтримує два адресні інтерфейси (напруга 24-25 В, максимальний струм до

80 мА). Вбудований блок живлення забезпечує струм навантаження периферії та контроль ємності акумуляторів. Програмне забезпечення приладу автоматично компенсує запиленість оптичних камер димових датчиків, що знижує витрати на технічне обслуговування системи.



Рисунок 2.5 – ППКП Tiras Prime A [9]

Важливим етапом проектування інформаційної системи безпеки є проведення порівняльного техніко-економічного аналізу існуючих на ринку рішень, що дозволяє обґрунтувати вибір обладнання не лише з погляду мікропроцесорної потужності, а й з позиції оптимізації фінансових витрат. У процесі розробки архітектури для досліджуваного офісного центру розглядалися три альтернативні варіанти побудови адресно-аналогових мереж, серед яких німецька платформа Bosch Modular Alarm Platform 5000, польський комплекс Satel Integra та вітчизняна система Tiras PRIME A.

Німецький комплекс Bosch MAP 5000 має високу інформаційну місткість та модульну структуру, проте його впровадження вимагає значних капітальних інвестицій через високу вартість ліцензування програмного забезпечення та

закритість протоколу обміну, що ускладнює пряму інтеграцію з системами вентиляції та контролю доступу сторонніх виробників. Польська платформа Satel Integra орієнтована переважно на охоронний сегмент, тому для її повноцінного використання у складі пожежної автоматики відповідно до вимог серії стандартів ДСТУ EN 54 необхідно придбавати додаткові інтерфейсні плати та виносні модулі ізоляторів короткого замикання, що суттєво здорожує підсумковий кошторис проекту. Вітчизняна система Tiras PRIME A позбавлена цих недоліків, оскільки володіє повністю відкритим для розробника цифровим протоколом, штатними мережевими інтерфейсами та інтегрованими у кожен датчик ізоляторами лінії, забезпечуючи аналогічні закордонним аналогам показники надійності при значно нижчій вартості компонентів.

Для підтвердження економічної доцільності прийнятого рішення та оцінки загального бюджету проекту було виконано точний розрахунок вартості технічних засобів та необхідної кабельної продукції. Згідно з матеріальною специфікацією, для оснащення будівлі офісного центру площею 845,40 квадратних метрів фінансові витрати на апаратну частину розподіляються наступним чином.

Центральний прилад приймально-контрольний пожежний Tiras PRIME A разом із необхідними модулями розширення зокрема M-LOOP для другого кільця, релейним M-OUT8R для вентиляції та СККД, а також комунікаційними платами) має ринкову вартість 14600 гривень.

Основна частина бюджету спрямовується на придбання периферійних засобів виявлення та оповіщення. Оснащення кабінетів 67 адресно-аналоговими димові сповіщувачами DETECTO SMK110 за ціною 1284 гривні за одиницю потребує інвестицій у розмірі 86028 гривень. Два ручних адресних сповіщувачі DETECTO MNL110 за ціною 1512 гривень за штуку становлять 3024 гривні. Світлозвукові покажчики ОСЗ-2 «Пожежа» (5 штук по 1248 гривень) та світлові табло ОС-1 «Вихід» (5 штук по 1248 гривень) сумарно складають 12 480 гривень. Джерела резервного живлення, що складаються з двох герметичних

аккумуляторних батарей ємністю 18 Ампер-годин, потребують виділення 2900 гривень.

Розрахунок лінійної інфраструктури базується на точних даних просторового трасування. На рисунку 2.6 Вогнестійкий екранований кабель сигнальних шлейфів КПВНГ-FRLS $2 \times 2 \times 0,8$ довжиною 317,4 м (за ціною 32 гривні за метр) становить 10156 гривень.



Рисунок 2.6 – Вогнестійкий екранований кабель сигнальних шлейфів
КПВНГ- FRLS $2 \times 2 \times 0,8$ [10]

На рисунку 2.7 показано силовий вогнестійкий кабель лінії оповіщення FLAME-X 950 $2 \times 1,5$ довжиною 111,7 метра (за ціною 54 гривні за метр) потребує витрат у розмірі 6 031 гривню.

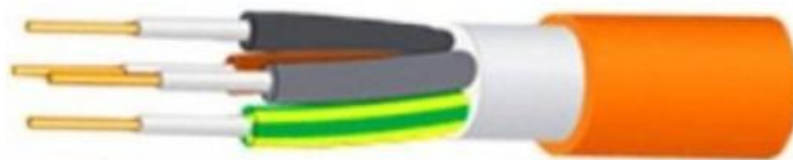


Рисунок 2.7 – Силовий вогнестійкий кабель лінії оповіщення
FLAME- X 950 $2 \times 1,5$ [11]

Таким чином, сумарний бюджет на закупівлю повної апаратної бази та лінійних комунікацій для реалізації адресно-аналогової системи пожежної

безпеки офісного центру становить строго 135 219 гривень. Порівняння цієї суми з іноземними аналогами (Bosch або Satel), де вартість лише центрального процесорного обладнання стартує від 150 000 гривень, доводить максимальну фінансову ефективність та раціональність обраного інженерного рішення.

2.2 Обґрунтування вибору компонентів оповіщення та управління евакуацією людей

На основі теоретичних висновків першого розділу, як базова апаратна платформа для реалізації проекту обрана продукція провідного українського виробника ТОВ «Тірас-12», що повністю відповідає гармонізованим стандартам серії ДСТУ EN 54.

Головним керуючим елементом системи визначено прилад приймально-контрольний пожежний Tiras PRIME A. Дане рішення обґрунтоване його модульною архітектурою, можливістю розширення адресних інтерфейсів та вбудованими алгоритмами міжсистемної взаємодії. Для організації двох кільцевих шлейфів зв'язку в ППКП передбачено встановлення модуля адресного інтерфейсу M-LOOP. Для керування суміжними інженерними мережами будівлі (відключення вентиляції та розблокування евакуаційних дверей) обрано внутрішній силовий модуль релейних виходів M-OUT8R, що дозволяє відмовитися від використання великої кількості виносних реле та знижує загальну вартість системи.

Як основний засіб виявлення загоряння обрано адресно-аналогові димові оптико-електронні сповіщувачі DETECTO SMK110, які повністю відповідають ДСТУ EN 54-7 і здатні виявляти загрозу на етапі тління матеріалів.

Для ручної активації сигналу тривоги на шляхах евакуації обрано сповіщувачі DETECTO MNL110.

Технічна реалізація системи оповіщення 2-го типу базується на встановленні світлозвукових покажчиків ОСЗ-2 «Пожежа» та світлових табло ОС-1 «Вихід».

2.3 Обґрунтування методів інтеграції проектованої інформаційної системи до інфраструктури об'єкта захисту

З метою підвищення загального рівня безпеки та локалізації небезпечних факторів пожежі, обрана адресно-аналогова система Tiras PRIME A інтегрується з іншими інженерними підсистемами офісу через спеціалізовані адресні релейні модулі серії AM-OUT.

Для комутації силових ланцюгів та інтеграції автоматики вентиляції і СККД застосовуються адресні релейні модулі AM-OUT1R+. Компоненти виконані в компактному пластиковому корпусі, що дозволяє монтувати їх у щитах автоматики суміжних систем або в окремих коробках біля виконавчих пристроїв.

Вбудоване електромагнітне реле забезпечує повну гальванічну розв'язку керуючих ланцюгів від силових ліній навантаження. Світлодіодні індикатори на лицьовій панелі призначені для моніторингу поточного стану контактів та зв'язку з ППКП по адресній шині. Зовнішній вигляд і монтажні розміри модуля представлено на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – модуль AM-OUT1R+ [12]

Взаємодія між підсистемами реалізується на програмно-апаратному рівні за допомогою гнучких сценаріїв, закладених в енергонезалежну пам'ять ППКП. При реєстрації сигналу «Пожежа» прилад надсилає цифровий пакет на

релейний модуль, який розмикає ланцюг живлення припливно-витяжної вентиляції для припинення подачі кисню в осередок займання. Додатково через адресні модулі реалізується дистанційне відключення силового електрообладнання в зоні пожежі для мінімізації ризиків повторних замикань.

Система підтримує мережеву взаємодію та віддалений моніторинг завдяки модульній структурі «Tiras PRIME A». Дані про стан пристроїв транслюються на пост охорони по TCP/IP через Ethernet-шлюз, а також передаються у хмарний сервіс через захищений протокол. Оскільки адресно-аналогові сповіщувачі безперервно передають рівень заповненості димових камер, впроваджено концепцію превентивного обслуговування, що дозволяє вчасно проводити технічний огляд датчиків до появи несправностей чи хибних тривог.

РОЗДІЛ 3

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ

3.1 Визначення місця встановлення пожежних сповіщувачів та розрахунок їх кількості

Своєчасне фіксування первинних ознак горіння є головним завданням проєктуваної системи сигналізації для забезпечення безпечної евакуації персоналу офісного центру. Виявлення часток диму або продуктів термічного розкладу здійснюється автоматичними сповіщувачами з наступною трансляцією даних на центральну станцію. Апаратна архітектура комплексу побудована на базі приладу приймально-контрольного пожежного «Tiras PRIME A», який взаємодіє з периферійним обладнанням через цифрові адресні шлейфи.

Просторова організація та трасування мережі засобів виявлення на графічних планах об'єкта підпорядковується положенням нормативних документів ДБН В.2.5-56:2014. У межах даного інженерного проєкту для розстановки технічних засобів моніторингу повітряного середовища було обрано ортогональну квадратну топологічну схему.

Згідно з вимогами діючої Зміни № 1 до ДБН В.2.5-56:2014 [1], лінійний крок між суміжними точковими автоматичними сповіщувачами у разі використання квадратної сітки обмежується граничним показником 10,5 м, тоді як максимальне відхилення від геометричного центру пристрою до площини тримальних стін або перегородок становить 5,3 м. Графічне представлення базових принципів координатної прив'язки пристроїв виявлення відображено на рисунку 3.1.

Безперервний аналіз прозорості оптичного середовища покладено на адресно-аналогові димові сповіщувачі DETECTO SMK110. Оскільки висота стелі в приміщеннях становить 3000 мм, а площа кабінетів не перевищує нормативний поріг покриття для одного точкового датчика, обґрунтовано монтаж єдиного сповіщувача в геометричному центрі стелі кожної кімнати.

Відповідно до розробленого проекту, загальний масив автоматичних засобів виявлення розподіляється за двома незалежними кільцевими АІ ПКП.

До першого адресного інтерфейсу (Кільце № 1) підключаються 33 автоматичні сповіщувачі Detecto SMK110, розташовані по одному в кабінетах: № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 18, 19, 25, 26, 27, 32, 33, 39, 40, 41, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56. Приклад зображений на рисунку 3.1. Також у це ж цифрове кільце інтегруються 2 ручних пожежних сповіщувача Detecto MNL110, які монтуються на шляхах евакуації. Сумарна ємність першої лінії становить 35 адресних одиниць.

До другого адресного інтерфейсу (Кільце № 2) підключаються решта 23 кабінетні автоматичні сповіщувачі Detecto SMK110 (для кімнат, що не увійшли до складу першого шлейфу), а також 11 автоматичних димових сповіщувачів, призначених для безперервного моніторингу простору магістрального евакуаційного коридору та зони лобі. Загальна ємність другого шлейфу становить 34 адресні одиниці.

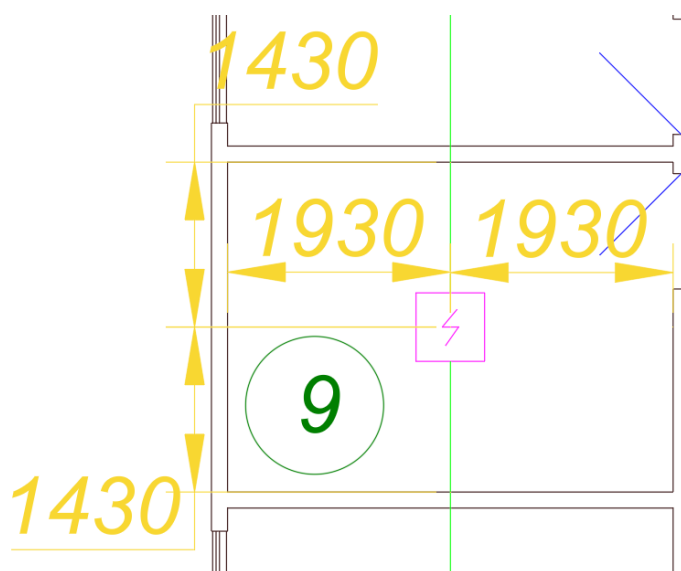


Рисунок 3.1 – Приклад розміщення сповіщувача у типовому приміщенні

Таким чином, загальна кількість засобів автоматичного виявлення на об'єкті становить 67 штук, які розподілені на 56 основних кабінетних сповіщувачів та 11 додаткових датчиків у коридорах та допоміжних

приміщеннях. Разом із двома ручними сповіщувачами сумарна інформаційна місткість системи складає 69 адресних пристроїв, що повністю вкладається в технічні можливості базової конфігурації приладу «Tiras PRIME A». Розміщення та просторове геометричне трасування всієї периферійної апаратної бази виконано суворо відповідно до чинних радіусів захисту та нормативних відстаней від стін і вентиляційних решіток. Графічне відображення сформованої топології протипожежного захисту та детальні схеми розстановки технічних засобів на плані адміністративного офісного центру наведено нижче на рисунку 3.2

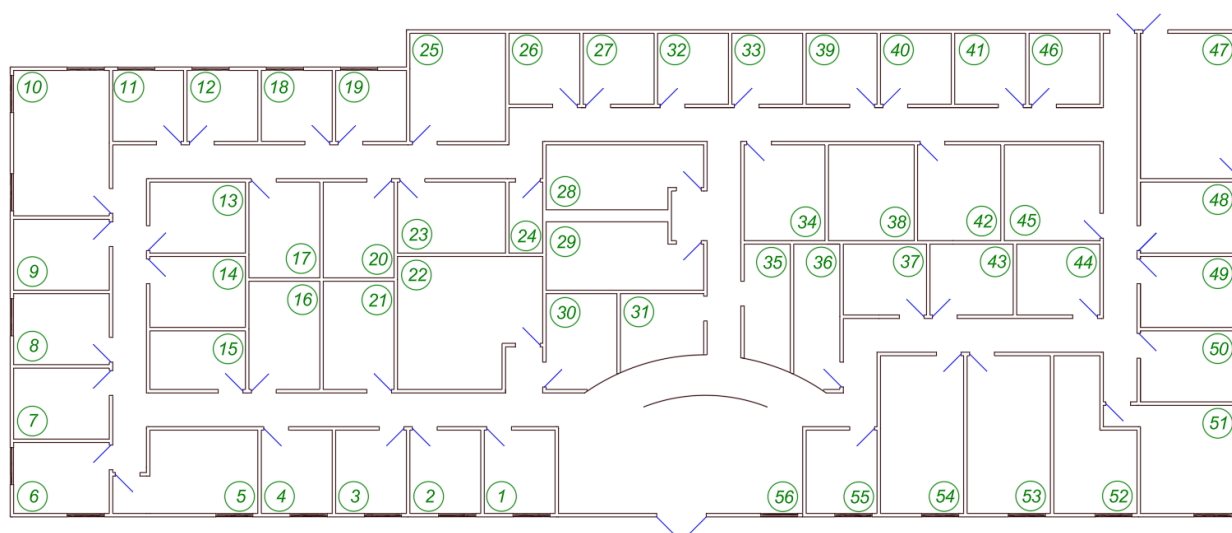


Рисунок 3.2 – План розстановки пожежних сповіщувачів та обладнання СОУЕ офісного центру

3.2 Розроблення системи оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей

Проектування СОУЕ для досліджуваного офісного центру здійснюється відповідно до вимог Таблиці Б.1 ДБН В.2.5-56:2014. Зважаючи на архітектурні параметри одноповерхової будівлі адміністративного призначення із загальною площею 845,40 м², обов'язковою до реалізації є система оповіщення 2-го типу,

яка базується на поєднанні світлового та звукового способів інформування персоналу.

Головним інженерним завданням при розробці даної підсистеми є забезпечення нормативного рівня звукового тиску в кожному відокремленому робочому просторі офісу для надійного сприйняття сигналу тривоги. Згідно з діючими нормами, мінімальний поріг акустичного сигналу пожежної тривоги повинен перевищувати середній фоновий шум приміщення (який для офісів становить близько 55 дБА) щонайменше на 15 дБ. Таким чином, розрахунковий звуковий тиск у будь-якій точці перебування людей має становити не менше 70 дБА.

З метою оптимізації кабельної мережі та спрощення монтажних робіт у гіпсокартонних перегородках об'єкта, всі елементи світлового та звукового інформування об'єднано в одну спільну магістральну кабельну лінію. Цей шлейф оповіщення підключається безпосередньо до контрольованого силового виходу OUT1 головної плати ППКП «Tiras PRIME A».

До складу єдиного шлейфу оповіщення паралельним способом інтегруються такі технічні засоби:

– світлові пожежні оповіщувачі-показчики ОС-1 з написом «Вихід» у кількості 5 штук. Вони розміщуються безпосередньо над дверними прорізами головних та аварійних евакуаційних виходів, а також на роздоріжжях Т-подібного коридору. Висота монтажу становить 2,0-2,5 м від рівня чистої підлоги;

– світлозвукові пожежні оповіщувачі ОСЗ-2 з написом «Пожежа» у кількості 5 штук. Пристрої встановлюються на вертикальних стінових конструкціях коридору та великих конференц-залів на висоті не менше 2,3 метра від підлоги з дотриманням нормативного зазору до підвісної стелі (не менше 150 мм) для запобігання екрануванню звуку.

Оскільки оповіщувачі забезпечують звуковий тиск на рівні 95-100 дБ на відстані 1 м, створюється необхідний акустичний запас, що гарантує

безперешкодне проникнення звукових хвиль крізь зачинені двері кабінетів та гіпсокартонні перегородки товщиною 140 мм.

3.3 Розрахунок джерела резервного живлення

Для забезпечення безперебійної та відмовостійкої роботи системи за умов вимкнення основної живильної мережі напругою 220 В, проєктом передбачено резервне автономне живлення. Воно реалізується від двох послідовно з'єднаних герметичних свинцево-кислотних акумуляторних батарей номінальною напругою 12 В кожна та ємністю 18 А×год. Акумулятори розміщуються у спеціалізованому відсіку корпусу ППКП «Tiras PRIME A». Електротехнічний розрахунок необхідної ємності автономного джерела виконується на основі аналізу сумарних струмів споживання периферійних пристроїв, засобів оповіщення та центрального процесора ППКП у двох базових режимах експлуатації об'єкта: черговому режимі моніторингу та режимі фіксації пожежної тривоги. у двох базових режимах: черговому та режимі пожежної тривоги.

3.3.1 Вихідні дані для розрахунку споживання струму обладнання

Електричні параметри та струми споживання складових елементів інформаційної системи безпеки зафіксовані у суворій відповідності до офіційної технічної документації та інструкцій з експлуатації заводів-виробників (ТОВ «Тірас-12»):

а) базовий блок ППКП «Tiras PRIME A» включаючи споживання власної плати, центрального мікропроцесора та двох увімкнених кільцевих адресних інтерфейсів AI1 та AI2 для опитування периферії:

1) у черговому режимі спокою: $I_{\text{ППКП.черг}} = 0,075\text{А}$;

2) у режимі пожежної тривоги: $I_{\text{ППКП.трив}} = 0,135\text{А}$;

б) адресно-аналоговий точковий димовий пожежний сповіщувач DETECTO SMK110:

1) у черговому режимі: $I_{\text{СПД.черг}} = 0,00013\text{А}$;

- 2) у режимі тривоги: $I_{СПД.трив} = 0,00025A$;
- в) адресний ручний пожежний сповіщувач DETECTO MNL110:
- 1) у черговому режимі очікування: $I_{РПС.черг} = 0,00012A$;
- 2) у режимі пожежної тривоги: $I_{РПС.трив} = 0,00032A$;
- г) світловий пожежний оповіщувач-показчик ОС-1 «Вихід»:
- 1) у черговому режимі не споживає енергію від резервного джерела;
- 2) у режимі пожежної тривоги $I_{ОС.трив} = 0,035A$;
- д) світлозвуковий пожежний оповіщувач ОСЗ-2 «Пожежа»:
- 1) у черговому режимі струм споживання повністю відсутній;
- 2) у режимі пожежної тривоги: $I_{ОСЗ.трив} = 0,070A$;

3.3.2 Розрахунок сумарного струму споживання в черговому режимі

У штатному черговому режимі функціонування об'єкта захисту елементи світлозвукового та візуального оповіщення повністю вимкнені. Поточне енергоспоживання системи протипожежного захисту в даний період визначається суто архітектурою центрального процесора головного приладу та базовим струмом періодичного пакетного опитування аналогових мікросхем адресних засобів виявлення, що інтегровані в два кільцевих шлейфи.

Визначення сумарного струмового навантаження в режимі цілодобового моніторингу повітряного середовища офісного центру здійснюється за математичною залежністю (3.1):

$$I_{сум.черг} = I_{ППКП.черг} + (N_{СПД} \cdot I_{СПД.черг}) + (N_{РПС} \cdot I_{РПС.черг}), \quad (3.1)$$

де: $I_{сум.черг}$ – загальний розрахунковий струм споживання інформаційної системи в черговому режимі;

$I_{ППКП.черг}$ – струм споживання ППКП «Tiras PRIME A» у черговому режимі;

$N_{СПД}$ – загальна кількість DETECTO SMK110;

$I_{СПД.черг}$ – струм споживання DETECTO SMK110 у черговому режимі;

$N_{РПС}$ – загальна кількість DETECTO MNL110;

$I_{\text{РПС.черг}}$ – струм споживання DETECTO MNL110 у черговому режимі.

Підставивши у формулу (3.1) верифіковані паспортні та проектні параметри струмів і кількості пристроїв, отримаємо наступний числовий вираз:

$$I_{\text{сум.черг}} = 0,075 + (67 \cdot 0,00013) + (2 \cdot 0,00012) = 0,08395 \text{ А.}$$

Таким чином, сумарне струмове навантаження системи в режимі цілодобового моніторингу повітряного середовища становить 0,08395 А.

3.3.3 Розрахунок сумарного струму споживання в режимі тривоги.

Розрахунок струму в режимі тривоги проводиться за найбільш критичним («найгіршим») сценарієм: один автоматичний сповіщувач DETECTO SMK110 першим зафіксував задимлення і перейшов у режим тривоги, решта 66 автоматичних датчиків та 2 ручних пристрої залишаються в режимі постійного зв'язку та опитування, центральний процесор ППКП активував алгоритми протипожежного захисту, а на контрольованому виході OUT1 з'явилася напруга 24 В, яка повністю запустила єдину магістральну лінію світлового та світлозвукowego оповіщення.

Визначення загального струмового навантаження під час розвитку пожежної тривоги здійснюється за математичною залежністю (3.2):

$$I_{\text{сум.трив}} = I_{\text{ППКП.трив}} + I_{\text{СПД.трив}} + ((N_{\text{СПД}} - 1) \cdot I_{\text{СПД.черг}}) + \quad (3.2)$$

$$+ (N_{\text{РПС}} \cdot I_{\text{РПС.черг}}) + (N_{\text{ОС}} \cdot I_{\text{ОС.трив}}) + (N_{\text{ОСЗ}} \cdot I_{\text{ОСЗ.трив}}),$$

де: $I_{\text{сум.трив}}$ – сумарний розрахунковий струм споживання системи в режимі тривоги;

$I_{\text{ППКП.трив}}$ – струм споживання ППКП «Tiras PRIME А» у режимі тривоги;

$I_{\text{СПД.трив}}$ – струм споживання одного DETECTO SMK110 у режимі тривоги;

$N_{\text{ОС}}$ – загальна кількість світлових табло ОС-1 «Вихід»;

$I_{\text{ОС.трив}}$ – струм споживання одного табло ОС-1 в режимі тривоги;

$N_{\text{ОСЗ}}$ – загальна кількість світлозвукowych сирен ОСЗ-2 «Пожежа»;

$I_{\text{ОСЗ.трив}}$ – струм споживання однієї сирени ОСЗ-2 у режимі тривоги.

Підставивши у формулу (3.2) верифіковані числові параметри, отримаємо наступний вираз:

$$I_{\text{сум.трив}} = 0,135 + 0,00020 + (66 \cdot 0,00013) + (2 \cdot 0,00012) + (5 \cdot 0,035) + (5 \times \times 0,070) = 0,135 + 0,00020 + 0,00858 + 0,00024 + 0,175 + 0,350 = 0,66902 \text{ А.}$$

Сумарний струм, що споживається всіма компонентами автоматики та сиренами під час розвитку пожежної тривоги, становить 0,66902А.

3.3.4 Обчислення необхідної розрахункової ємності АКБ

Відповідно до імперативних нормативних вимог розділу 9.4 ДБН В.2.5-56:2014, вторинне джерело живлення повинно гарантувати безперебійну автономну роботу технічних засобів протипожежного захисту протягом наступних часових інтервалів:

- у черговому режимі спокою: $T_{\text{черг}} = 24$ год;
- у режимі генерації сигналу тривоги та евакуації: $T_{\text{черг}} = 0,5$ год (фіксовані 30 хвилин).

Визначення чистої теоретичної розрахункової ємності акумуляторної батареї здійснюється за математичною залежністю (3.3):

$$Q_{\text{розра}} = (I_{\text{сум.черг}} \cdot T_{\text{черг}}) + (I_{\text{сум.трив}} \cdot T_{\text{трив}}), \quad (3.3)$$

де: $Q_{\text{розра}}$ – теоретична розрахункова ємність акумулятора;

$T_{\text{черг}}$ – нормативний час роботи системи в черговому режимі;

$T_{\text{трив}}$ – нормативний час роботи системи в режимі тривоги.

Підставивши у формулу (3.3) раніше обчислені значення струмів, отримаємо наступний числовий результат:

$$Q_{\text{розра}} = (0,08395 \cdot 24) + (0,66902 \cdot 0,5) = 2,0148 + 0,33451 = 2,34931 \text{ А}\cdot\text{год.}$$

Для врахування неминучих процесів природного старіння батареї, деградації активної маси її свинцевих пластин, експлуатаційного саморозряду та

коливань температури всередині приміщення офісного центру, вводиться обов'язковий інженерний коефіцієнт експлуатаційного запасу.

Обчислення фінальної необхідної ємності джерела автономного живлення виконується за формулою (3.4):

$$Q_{\text{необх}} = (Q_{\text{розр}} \cdot k_{\text{зап}}), \quad (3.4)$$

де: $Q_{\text{необх}}$ – фінальна необхідна ємність джерела автономного живлення;

$k_{\text{зап}}$ – коефіцієнт експлуатаційного запасу (для свинцево-кислотних АКБ $k_{\text{зап}} = 1,25$).

Підставивши значення у формулу (3.4), отримуємо:

$$Q_{\text{необх}} = (2,34931 \cdot 1,25) = 2,9366 \text{ А}\cdot\text{год.}$$

3.3.4 Інженерно-технічний висновок

Проведені детальні теоретичні та практичні електротехнічні розрахунки наочно демонструють, що для сталого автономного функціонування інтегрованої системи пожежної безпеки офісного центру протягом 24 годин у режимі спостереження та понад 30 хвилин у режимі повної тривоги, мінімально необхідний показник ємності акумуляторного комплексу становить 2,94 А·год.

Запроектований та закладений до специфікації проекту комплект, що складається з двох послідовних герметичних АКБ ємністю 18 А·год, повністю задовольняє вимоги нормативної бази України ДБН В.2.5-56:2014 та має значний інженерний запас надійності:

$$Q_{\text{факт}} = 18 \text{ А}\cdot\text{год} > Q_{\text{необх}} = 2,94 \text{ А}\cdot\text{год.}$$

Наявність шестикратного профіциту автономної місткості повністю нівелює ризики глибокого розряду АКБ, суттєво подовжує термін їхньої міжремонтної експлуатації (до 5-7 років без втрати ключових характеристик) та гарантує збереження повної працездатності системи протипожежного захисту

навіть у разі тривалих віялових або аварійних вимкнень ліній електропередач загального міського призначення.

3.4 Рекомендації до розташування складових інформаційної системи

Ефективність, безвідмовність та швидкість функціонування проектованої адресно-аналогової інформаційної системи пожежної безпеки безпосередньо залежать від дотримання просторових та технологічних регламентів під час монтажу периферійних та центральних пристроїв. Фізичне розташування обладнання торговельної марки «Тірас-12» на об'єкті офісного центру підпорядковане вимогам нормативних документів ДБН В.2.5-56:2014 та інструкціям заводу-виробника.

3.4.1 Розміщення та монтаж ППКП

Центральний базовий блок ППКП «Tiras PRIME A», який виконує роль головного інформаційного вузла системи, встановлюється у приміщенні охорони (зоні лобі) на першому поверсі. Вибір даного місця зумовлений необхідністю забезпечення цілодобового доступу чергового персоналу до рідкокристалічного дисплея приладу для оперативного зчитування текстових та графічних сповіщень.

При виборі точки монтажу та проведенні встановлення ППКП дотримуються таких інженерних рекомендацій:

- корпус приладу кріпиться на капітальну стінову конструкцію на висоті 1,5 м від рівня чистої підлоги до геометричного центру РК-дисплея, що забезпечує оптимальний кут огляду для оператора;

- відстань від бічних поверхонь корпусу ППКП до суміжних будівельних конструкцій чи іншого обладнання має становити не менше 0,5 м для забезпечення природної вентиляції та зручності проведення регламентного технічного обслуговування;

- освітленість у зоні розміщення приладу повинна забезпечувати безперешкодне читання статусних світлодіодних індикаторів, проте виключати

пряме попадання сонячних променів на дисплей для запобігання його вигоранню;

– підведення силового кабелю живлення 220 В виконується окремою групою від головного розподільного щита будівлі через окремий автоматичний вимикач з маркуванням «Пожежна сигналізація. Не вимикати».

Схема розташування приймально-контрольного пожежного приладу наведено на рисунку 3.3.

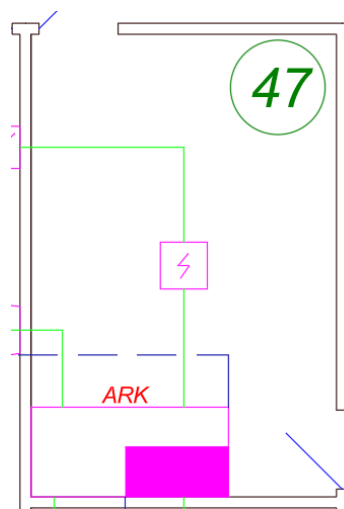


Рисунок 3.3 – Розташування ППКП

3.4.2 Рекомендації щодо встановлення автоматичних димових сповіщувачів DETECTO SMK110

Оскільки внутрішнє планування кабінетів та коридорів офісного центру передбачає використання підвісних стель типу «Армстронг» та гіпсокартонних конструкцій, монтаж 67 точкових автоматичних датчиків диму має свої технологічні особливості:

– сповіщувачі DETECTO SMK110 встановлюються безпосередньо на перекриття підвісної стелі за допомогою штатних монтажних баз (розеток). Кріплення бази до гіпсокартонних плит або профілів системи здійснюється за допомогою спеціалізованих дюбелів типу «метелик»;

– у кожному з 56 ізолюваних кабінетів датчик монтується строго у геометричному центрі стелі. У магістральних коридорах та зоні лобі 11 сповіщувачів розміщуються по лінійній осі з кроком, який не перевищує нормативні 10,5 м;

– мінімально допустима відстань від корпусу сповіщувача до найближчих стін, перегородок або декоративних колон має становити не менше 0,5 м що необхідно для вільної циркуляції повітряних потоків у зоні оптичної камери датчика;

– відстань від димового сповіщувача до вентиляційних отворів припливної або витяжної вентиляції об'єкта повинна становити не менше 1 м.

3.4.3 Особливості просторового розміщення ручних сповіщувачів DETECTO MNL110

Ручні пожежні сповіщувачі DETECTO MNL110 призначені для примусової ручної активації сигналу тривоги персоналом об'єкта у разі візуального виявлення загрози. Згідно з проектом, 2 ручних пристрої інтегруються в перше адресне кільце і встановлюються на головних евакуаційних шляхах:

– пристрої монтуються на вертикальних будівельних конструкціях (стінах) біля основних виходів з будівлі на висоті 1,4 м від рівня підлоги;

– доступ до ручних сповіщувачів повинен бути постійно вільним. Забороняється захаращувати зону встановлення меблями, офісною технікою або декоративними елементами інтер'єру;

– у радіусі 0,5 м навколо сповіщувача не повинно бути інших настінних приладів, вимикачів чи розеток, щоб виключити випадкове або помилкове натискання.

3.3.4 Рекомендації до прокладання єдиної лінії оповіщення

Формування магістральної лінії світлозвукового оповіщення вимагає підвищеної надійності для забезпечення безпечної евакуації. Елементи системи (5 світлових табло ОС-1 та 5 сирен ОСЗ-2) підключаються паралельно за допомогою вогнестійкого екранованого кабелю FLAME-X 950 [11], який

зберігає провідність під дією вогню протягом 30 хвилин. Кріплення кабельних трас за підвісною стелею та всередині перегородок виконується виключно металевими хомутами, скобами або в металевих гофрованих трубах. Використання пластикових стяжок і гофротруб заборонено через ризик їх плавлення та обвалення лінії при термічному впливі.

Світлові табло ОС-1 «Вихід» кріпляться горизонтально безпосередньо над прорізами евакуаційних дверей на висоті не менше 2,0 м. Світлозвукові покажчики ОСЗ-2 «Пожежа» розміщуються на стінах коридорів на висоті 2,3 м від підлоги, забезпечуючи рівномірне покриття звуковим тиском усіх суміжних кабінетів.

3.5 Побудова ліній зв'язку системи та розробка схем кабельних мереж

Надійність передачі інформаційних потоків та загальна живучість адресно-аналогового комплексу безпеки офісного центру безпосередньо залежать від фізичних параметрів кабельних трас та правильного підбору провідникової продукції. Кабельна інфраструктура об'єкта розробляється відповідно до регламентів ДБН В.2.5-56:2014, а розрахунок довжин виконано з точним урахуванням архітектурних відстаней, монтажних запусків по 0,2 м для кожної бази сповіщувача/сирени та 0,3 м для кінцевого підключення провідників до клемних плат ППКП.

Топологічний розподіл ліній зв'язку:

– адресний інтерфейс АІ№1 (Зовнішній контур): Виконаний за кільцевою трипровідною схемою (шлях даних, живлення периферійних мікросхем та загальний провід). Магістраль проходить через 33 автоматичні сповіщувачі ДЕТЕСТО SMK110 та 2 ручних ДЕТЕСТО MNL110, повністю повертаючись назад до корпусу центрального приладу. Фінальна технологічна довжина лінії становить строго 154,393 м.;

– адресний інтерфейс АІ№2 (Внутрішній контур): також організований як замкнене кільце з поверненням усіх трьох провідників до ППКП. Шлейф зв'язує

23 кабінетних та 11 коридорних автоматичних засобів виявлення. Фінальна довжина траси за результатом точних обчислень становить 163,025 м.;

– магістраль СОУЕ: на відміну від сигнальних контурів, підсистема другого типу побудована за радіальною схемою із паралельним розведенням навантаження від виходу ОУТ1. Для безперервної діагностики ліній на урвище, всередині останнього пристрою встановлено термінальний резистор 4,7 кОм. Точна довжина кабельного кроку дорівнює 111,745 м.

Нормативна вимога щодо пожежної стійкості: використання стандартних промислових кабелів в українських системах протипожежного захисту категорично заборонено ДБН В.2.5-56:2014, оскільки вони не мають сертифікованого класу вогнестійкості. При першому ж термічному впливі їхня оболонка плавиться, що призводить до повного відключення інформаційної шини.

Для реалізації проєкту обрано сертифіковану вогнестійку кабельну продукцію:

– для адресних контурів АІ№1 та АІ№2 застосовано екрановану виту пару КПВНГ-FRLS 2x2x0,8 [10] (клас FE180/E30). Алюмополімерний екран захищає цифрові дані від електромагнітних завад силових мереж офісу, а переріз жил 0,8 мм² запобігає падінню рівня сигналу на віддалених точках лінії;

– для лінії оповіщення обрано безгалогенний кабель FLAME-X 950 [11] (N2XH FE180/E30) перерізом 2x1,5 мм². Це забезпечує надійне пропускання сумарного струму 525 мА, а ізоляція з кремнійорганічної гуми гарантує роботу сирен під дією відкритого вогню протягом мінімум 30 хвилин.

Схему побудови кабельної мережі системи пожежної сигналізації наведено на рисунку 3.4. Два адресні кільцеві шлейфи сигналізації виконуються вогнестійким екранованим кабелем, що гарантує безперервний цифровий обмін даними між ППКП та периферійними пристроями навіть в умовах термічного впливу. Завдяки кільцевій топології та інтегрованим ізоляторам короткого замикання, кабельна мережа зберігає повну працездатність при одиничному розриві лінії.

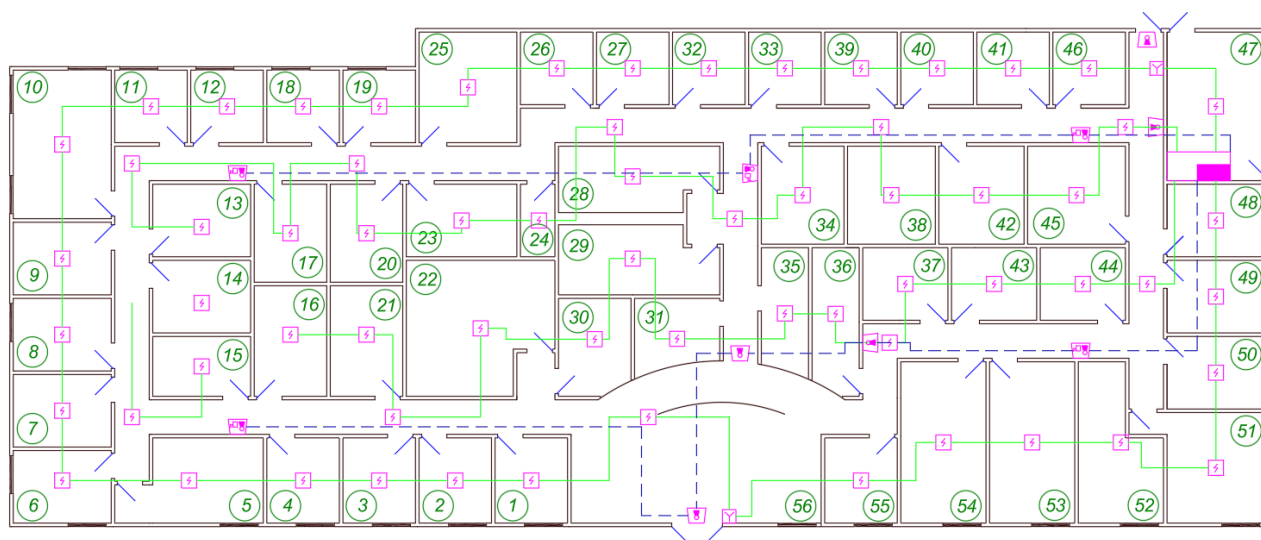


Рисунок 3.4 – Схему побудови кабельної мережі системи пожежної сигналізації та оповіщення

Таблиця 3.2 – Специфікація та точні параметри кабельної мережі об'єкта

Функціональне призначення лінії	Рекомендована марка кабелю	Нормативний клас вогнестійкості за ДСТУ	Точний метраж за розрахунком (включаючи монтажні спуски), м
Адресний інтерфейс АІ№1 (Зовнішній контур)	КПВНГ-FRLS 2×2×0,8	FE180/E30 (ДСТУ EN 50200)	154,393
Адресний інтерфейс АІ№2 (Внутрішній контур)	КПВНГ-FRLS 2×2×0,8	FE180/E30 (ДСТУ EN 50200)	163,025
Єдина магістраль СОУЕ (Вихід OUT1)	FLAME-X 950 2×1,5	FE180/E30 (ДСТУ 4809:2007)	111,745
Всього:			429,163

Аналіз наведених у таблиці 3.2 технічних даних дозволяє детально обґрунтувати структуру та кількісні лінійні параметри проектованої кабельної мережі офісного центру.

Загальний обсяг лінійних комунікацій інформаційної системи безпеки становить 429,163 метрів, що повністю покриває геометричні потреби об'єкта захисту з урахуванням усіх згинань кабельних трас, переходів крізь будівельні конструкції та обов'язкового нормативного технологічного запасу на монтажні спуски до периферійного обладнання.

3.6 Особливості програмування складових інформаційної системи

Технічна ефективність та інтелектуальний потенціал запроєктованої адресно-аналогової інформаційної системи пожежної безпеки офісного центру безпосередньо залежать від алгоритмічної гнучкості налаштування внутрішнього програмного забезпечення центрального ППКП «Tiras PRIME A» [9]. Процес програмування, архітектурного структурування адресного простору та конфігурування сценаріїв взаємодії периферійних компонентів здійснюється за допомогою спеціалізованого інженерного програмного комплексу «Tiras Configurator» шляхом безпосереднього USB-підключення або через захищений мережевий шлюз до головного процесорного модуля приладу.

3.6.1 Структурування адресного простору та логічне зонування об'єкта

На етапі первинної конфігурації системи в інженерному інтерфейсі «Tiras Configurator» виконується процедура автоматизованого опитування та зчитування унікальних заводських ID мікропроцесорних периферійних пристроїв, інтегрованих у два кільцевих адресних інтерфейси. З метою забезпечення чіткої просторової орієнтації чергового персоналу та диспетчерських служб у разі виникнення позаштатних ситуацій, загальний масив засобів виявлення розподіляється за трьома логічними пожежними зонами, які суворо відповідають фізичній топології кабельних мереж:

- логічна Зона 1 включає в себе 33 автоматичні адресно-аналогові димові сповіщувачі DETECTO SMK110 [5] та 2 ручні пожежні сповіщувачі DETECTO MNL110 [6], що здійснюють безперервний моніторинг першої групи відокремлених робочих кабінетів персоналу;

- логічна Зона 2 об'єднує в єдиний інформаційний контур решту 23 кабінетних автоматичних димових сповіщувачів DETECTO SMK110, призначених для контролю другої групи відокремлених приміщень об'єкта;

- логічна Зона 3 виділена із 11 автоматичних димових сповіщувачів DETECTO SMK110, які здійснюють безперервний аналіз оптичної щільності

повітряного середовища у просторі головного магістрального евакуаційного коридору та зони лобі.

Кожній зареєстрованій адресі в базі даних ППКП присвоюється унікальний текстовий коментар, що містить точне топографічне положення пристрою на плані офісного центру, наприклад: «Контур 1, Адреса 12, Кабінет №12» або «Контур 2, Адреса 05, Коридор секція Б».

3.6.2 Програмування адаптивних алгоритмів верифікації та обробки сигналів

Для повного нівелювання ризиків формування сигналів хибних тривог, зумовлених випадковими або технологічними флуктуаціями прозорості повітря (пил, дрібні комахи, волога пара), для автоматичних сповіщувачів DETECTO SMK110 в кабінетних зонах програмується двоетапний алгоритм обробки інформації (алгоритм типу «Б» згідно з ДСТУ-Н CEN/TS 54-14):

Програмний аналіз мікропроцесорного тренду: Процесор ППКП безперервно зчитує поточні числові значення оптичної щільності у відсотках на метр (%/м). При перевищенні первинного порогу чутливості (0,1 дБ/м) система переходить у проміжний стан «Увага».

Алгоритм перезапиту при фіксації стану «Увага» центральний прилад автоматично виконує програмне скидання напруги в конкретному адресному інтерфейсі на час до 5 секунд, здійснюючи деактивацію та повторне апаратне переопитування сповіщувача. Якщо протягом наступного контрольного інтервалу часу (налаштованого на поріг 60 секунд) пристрій повторно підтверджує наявність критичної концентрації димових мікрочастинок, або якщо одночасно фіксується аналогічний зсув параметрів середовища на суміжному датчику в межах однієї логічної зони, ППКП остаточно формує статус загальної пожежної тривоги.

Особливості логіки ручних пристроїв: для ручних адресних сповіщувачів DETECTO MNL110 будь-які програмні затримки або алгоритми верифікації повністю вимикаються. Апаратна зміна логічного стану РПС при механічному руйнуванні захисного елемента трактується центральним процесором як

безумовний сигнал «Пожежа» найвищого пріоритету, що викликає миттєвий запуск виконавчих сценаріїв протипожежного захисту.

3.6.3 Обґрунтування потужності та конфігурування лінії оповіщення (Вихід OUT1)

Під час переходу системи в режим повної пожежної тривоги центральний процесор ППКП ініціює виконання програмного сценарію СОУЕ 2-го типу шляхом комутації силових ключів на керований вихід OUT1. При програмуванні даної лінії обов'язково враховується електрична потужність підключеного обладнання.

Згідно з паспортними характеристиками ППКП «Tiras PRIME A», максимальний комутований струм для виходу OUT1 обмежений значенням 0,8 А (800 мА). Розрахункове сумарне споживання нашої лінії оповіщення в режимі тривоги становить:

$$I_{\text{опов}} = (5 \cdot I_{\text{ОС.трив}}) + (5 \cdot I_{\text{ОСЗ.трив}}), \quad 3.5$$

$$I_{\text{опов}} = (5 \cdot 35 \text{ мА}) + (5 \cdot 70 \text{ мА}) = 175 + 350 = 525 \text{ мА}.$$

Оскільки сумарний струм навантаження (525 мА) не перевищує граничний паспортний ліміт каскаду OUT1 (800 мА), система має достатній електричний запас і не потребує встановлення додаткових виносних адресних джерел або модулів живлення (таких як АМ-OUT2R+). Живлення лінії повністю та надійно забезпечується штатним блоком живлення приладу.

Програмні параметри роботи виходу OUT1 конфігуруються за такими часовими та функціональними діаграмами:

- логіка керування світловими табло ОС-1 «Вихід» (5 шт.): для даних адресних одиниць встановлюється режим статичної безперервної активації. Пристрої підсвічують геометричні контури дверних прорізів та шляхів залишення будівлі протягом усього часу утримання сигналу тривоги;

- логіка керування світлозвуковими покажчиками ОСЗ-2 «Пожежа» (5 шт.): для забезпечення максимального психофізичного впливу на персонал для

сирен програмується динамічний імпульсний режим роботи з частотою 1 Гц. Алгоритм передбачає чергування однієї секунди активної видачі акустичного тиску (95-100 дБ) та світлового спалаху з однією секундою паузи, що гарантує надійне сприйняття сигналу тривоги;

– каскадний запуск навантаження: для нівелювання ризиків аварійного спрацювання внутрішнього струмового захисту виходу OUT1 через пускові струми, в конфігураторі встановлюється мікросекундна затримка тактування. Світлові табло та світлозвукові сирени активуються не одномоментно, а з каскадним програмним зсувом у 15 мс, що повністю усуває стартові пікові перевантаження лінії живлення.

3.6.4 Програмний контроль цілісності та діагностика ліній зв'язку

Внутрішня операційна система ППКП «Tiras PRIME A» в режимі реального часу здійснює фонову діагностику стану кабельної інфраструктури:

– контроль кільцевих шлейфів АIN№1 та АIN№2 базується на двосторонньому надсиланні тестових фреймів. При обриві кабелю система реєструє розпад кільця на дві радіальні лінії. Інформаційна взаємодія з усіма 69 пристроями зберігається завдяки реверсивній подачі напруги, а на дисплеї відображається попередження «Обрив кільцевого інтерфейсу»;

– моніторинг лінії оповіщення реалізується через безперервний аналіз струму витoku крізь кінцевий резистор 4,7 кОм. При короткому замиканні чи обриві кабелю FLAME-X 950 [11] параметри струму виходять за робочі межі, і ППКП протягом 10 секунд активує статус «Несправність лінії оповіщення» з передачею коду на пост охорони.

Додатково в загальну логіку програмування ППКП «Tiras PRIME A» закладено алгоритм міжсистемної взаємодії з інженерними комунікаціями будівлі через вбудовані релейні виходи. При переході приладу в стійкий режим «Пожежа» та завершенні етапу верифікації сигналу, центральний процесор синхронно з активацією виходу OUT1 формує керуючі імпульси на розмикання силових кіл живлення систем припливно-витяжної вентиляції та кондиціонування для запобігання поширенню продуктів горіння повітряними шляхами.

Одночасно з цим подається сигнальна напруга на виконавчі механізми СККД, що забезпечує автоматичне розблокування всіх електромагнітних замків на дверях евакуаційних виходів офісного центру для безперешкодного залишення приміщень персоналом.

3.7 Технічне обслуговування системи та профілактичні роботи

Безперебійний життєвий цикл адресно-аналогової інформаційної системи пожежної безпеки офісного центру безпосередньо залежить від якості її експлуатаційного супроводу. Будь-яка, навіть найсучасніша мікропроцесорна апаратура, потребує систематичного контролю. На нашому об'єкті впроваджується дворівнева модель сервісного обслуговування: оперативна (щоденна) та планово-профілактична (регламентна).

Оперативний рівень (Черговий режим) Повсякденний моніторинг покладається на службу охорони офісу. Головним робочим інструментом тут є лицьова панель ППКП «Tiras PRIME A». Черговий зобов'язаний щозміни візуально перевіряти стан РК-дисплея. За відсутності текстових повідомлень про аварії та активованих жовтих індикаторів («Несправність» / «Вимкнення»), стан системи вважається стабільним. Будь-яка аномалія автоматично фіксується в енергонезалежному електронному протоколі приладу, про що охоронець негайно повідомляє сервісну організацію.

Регламент Т0-1 [1, 13] виконується виїзним інженером і фокусується на найбільш вразливому чиннику-оптичному забрудненні. Автоматичні сповіщувачі DETECTO SMK110 мають функцію цифрового моніторингу власної димової камери. Через інженерний софт «Tiras Configurator» фахівець аналізує тренд запиленості кожного з 67 датчиків.

При виявленні критичного відхилення алгоритм профілактики виглядає так:

демонтаж сповіщувача з бази → продування камери стисненим повітрям →
→ скидання лічильника пилу → монтаж сповіщувача до бази.

Такий підхід дозволяє превентивно очищувати оптичні пари в кабінетах до того, як вони стануть причиною помилкового формування тривожного сигналу.

Важливе зауваження щодо живлення: Під час щомісячного ТО обов'язково проводиться інструментальний контроль акумуляторних батарей ємністю 18 А·год. Інженер штучно вимикає силовий автомат мережі 220 В, перевіряючи здатність ППКП утримувати навантаження суто на резервному джерелі, та заміряє внутрішній опір АКБ для виявлення ранньої сульфатації пластин.

Регламент ТО-2 [1, 13] кожні три місяці піддається стрес-тестуванню для імітації реального загоряння. Тут інженер відходить від комп'ютера і працює безпосередньо «в полі». Для перевірки датчиків використовується спеціалізований аерозольний балон-тестер. Аерозоль вводиться в димову камеру випадково вибраного сповіщувача, ініціюючи запуск логіки верифікації ППКП.

Після переходу приладу в режим «Пожежа» інженер візуально та за допомогою приладів верифікує виконання наступних завдань:

- акустичний тиск перевіряється імпульсна робота 5 світлозвукових сирен ОСЗ-2 «Пожежа». Рівень звуку крізь зачинені двері кабінетів повинен становити не менше 75 дБА;

- візуальна індикація оцінюється яскравість світіння 5 табло ОС-1 «Вихід» на шляхах евакуації;

- суміжна автоматика перевіряється розмикання реле живлення вентиляції та подача імпульсу на СККД для зняття магнітних замків з дверей.

Всі отримані числові параметри (напряга АКБ, струми споживання лінії OUT1, координати протестованих датчиків) заносяться до фізичного Журналу обліку технічного обслуговування. Цей документ є головним юридичним підтвердженням безпеки об'єкта для інспекторів Державної служби з надзвичайних ситуацій.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У кваліфікаційній роботі бакалавра науково обґрунтовано, спроектовано та технічно реалізовано систему пожежної сигналізації, оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей для адміністративного офісного центру.

Проаналізовано організаційно-технологічну характеристику об'єкта захисту, на основі якої визначено специфіку горючого навантаження 47 кабінетів адміністративної будівлі. Фізико-технічно обґрунтовано, що домінуючим фактором пожежі на початковій стадії є виділення диму (аерозолі) внаслідок тління целюлози та полімерів, що підтвердило доцільність використання димових оптико-електронних засобів виявлення.

Проведено техніко-економічне обґрунтування вибору архітектури СОУЕ. Шляхом нормативного аналізу вимог ДБН В.2.5-56:2014 доведено протиправність впровадження 1-го типу системи для об'єкта площею 845,40 м², а також надлишковість 3-го, 4-го та 5-го типів, що дозволило обрати оптимальний та економічно виправданий 2-й тип СОУЕ.

Обґрунтовано вибір обладнання та технічних засобів на базі сучасного вітчизняного мікропроцесорного комплексу лінійки «Тірас». Сформовано специфікацію периферійних пристроїв, яка включає 67 автоматичних сповіщувачів ДЕТЕСТО SMK110, 2 ручних ДЕТЕСТО MNL110, а також по 5 одиниць світлових табло ОС-1 та світлозвукових сирен ОСЗ-2.

Виконано розрахунок джерел автономного живлення та загального енергетичного балансу системи. Визначено сумарні струми споживання автоматики в черговому режимі та в режимі тривоги, на основі чого математично доведено, що мінімальна необхідна ємність АКБ становить 2,94 А·год. Інтеграція двох штатних акумуляторів по 18 А·год обґрунтована як створення надійного 6-кратного експлуатаційного резерву.

Розроблено схеми кабельних мереж та топологію ліній зв'язку об'єкта з урахуванням монтажних запусків. Спроектовано трипровідну кільцеву

архітектуру для двох адресних контурів АІ№1 (154,393 м) та АІ№2 (163,025 м) на основі вогнестійкого екранованого кабелю КПВНГ-FRLS 2×2×0,8, а також радіальну лінію оповіщення (111,745 м) на базі силового вогнестійкого кабелю FLAME-X 950 2×1,5.

Описано особливості програмування складових інформаційної системи в інженерному ПЗ «Tiras Configurator». Зафіксовано алгоритми логічного зонування, структурування дескрипторів адресного простору, реалізацію двоетапної верифікації сигналів типу «Б», а також сценарії міжсистемної взаємодії щодо автоматичного вимкнення технологічної вентиляції та розблокування магнітних замків СККД.

Розроблено заходи з технічного обслуговування та планово-профілактичних робіт для забезпечення працездатності обладнання протягом усього життєвого циклу. Сформовано дворівневу модель сервісу, яка включає щоденний візуальний контроль лицевої панелі ППКП, щомісячний регламент ТО-1 з моніторингом трендів запиленості димових камер та квартальний регламент ТО-2 з комплексним аерозольним стрес-тестуванням системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту. Зі Зміною № 1. [Чинний від 2014-11-13]. Вид. офіц. Київ : ДП «Укрархбудінформ», 2014. 211 с.
2. ДСТУ EN 54-2: 2003. Системи пожежної сигналізації. [Чинний від 2003-12-16]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2003. 34 с.
3. ДСТУ EN 54-5:2003 Системи пожежної сигналізації. Частина 5. Сповіщувачі пожежні теплові точкові. [Чинний від 2003-12-16]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2003. 35 с.
4. ДСТУ EN 54-7:2000. [Чинний від 2004-08-05]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2000. 44 с.
5. Tiras Detecto SMK110. URL: <https://tiras.technology/devices/detecto-smk110/> (дата звернення: 13.05.2026).
6. Tiras DETECTO MNL110. URL: <https://tiras.technology/products/detecto-mnl110/> (дата звернення: 13.05.2026).
7. Tiras ОС-1 «Вихід». URL: <https://tiras.technology/devices/os/> (дата звернення: 13.05.2026).
8. Tiras ОСЗ-2 «Пожежа». URL: <https://tiras.technology/products/osz/> (дата звернення: 13.05.2026).
9. Tiras PRIME A. URL: <https://surl.li/farobf> (дата звернення: 15.05.2026).
10. КПВНГ- FRLS 2×2×0,8. URL: <https://surl.li/bljytn> (дата звернення: 15.05.2026).
11. FLAME- X 950 2×1,5. URL: <https://surl.lu/ciathe> (дата звернення: 15.05.2026).
12. Tiras AM-OUT1R+. URL: <https://tiras.technology/products/am-out1r/> (дата звернення: 16.05.2026).
13. ДСТУ 9047:2020 Системи протипожежного захисту. Настанова з підтримання експлуатаційної придатності. [Чинний від 2021-01-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 41 с.

14. Терлецький Т. В., Кайдик О. Л. Кваліфікаційна робота : методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Інформаційні системи та технології охорони і безпеки» галузі знань 12 Інформаційні технології спеціальності 126 Інформаційні системи та технології денної та заочної форм навчання. Луцьк: ЛНТУ, 2025. 53 с.