

**Міністерство 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 В МАГАЗИНІ ПРОДУКТОВИХ  
ТОВАРІВ З ОФІСНИМ ПРИМІЩЕННЯМ**

**DESIGN OF A FIRE ALARM SYSTEM, FIRE NOTIFICATION  
AND EVACUATION MANAGEMENT FOR A GROCERY STORE  
WITH OFFICE SPACE**

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  
Комар Максим Юрійович

\_\_\_\_\_  
(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

*КОМАРУ Максиму Юрійовичу*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Проектування системи пожежної сигналізації, оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей в магазині продуктових товарів з офісним приміщенням

Керівник роботи: *к.т.н., доцент Терлецький Тарас Володимирович*

затверджені наказом закладу вищої освіти від «16» грудня 2025 р. № 529/01-02

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

3. Вихідні дані до роботи: Планувальна схема магазину продуктових товарів з офісним приміщенням. ДБН В.2.5-56:2014. ДБН В.1.1-7:2016. ДСТУ EN 1838:2019. адресний приймально-контрольний прилад Tiras PRIME A. СПД-А. СПР-А. М-OUT8R. ОСЗ-1 Тривога. ОС-1 ВИХІД. кабель типу ШВВП 2×0,75. кабель типу JE-H(St)H FE180/PN30.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити): Анотація. Вступ. Розділ 1. Аналітичний огляд стану предметної області (характеристика об'єкта (магазин, офіси, підвал); аналіз вимог ДБН В.2.5-56:2014 та ДБН В.1.1-7:2016; огляд сучасного обладнання пожежної сигналізації; постановка завдань на КРБ). Розділ 2. Обґрунтування вибору засобів та методів реалізації Вибір платформи Tiras PRIME A та сповіщувачів СПД-А, СПР-А; обґрунтування ПЗ Tiras CONFIG; визначення принципів побудови COVE 2-го типу; обґрунтування методів монтажу ліній. Розділ 3. Практична реалізація Розробка структурної схеми; нормоване зонування та. розстановка датчиків в AutoCAD; проектування топології шлейфів (кабелі КПВВ та вогнестійкий JE-H(St)H); інтеграція оповіщення через релейний модуль М-OUT8R; розрахунок ємності АКБ резервного живлення. 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	Терлецький Т. В.		
Розділ 2 Обґрунтування вибору засобів та методів реалізації	Терлецький Т. В.		
Розділ 3 Практична реалізація	Терлецький Т. В.		
Загальні висновки та рекомендації	Терлецький Т. В.		
Нормоконтроль	Кайдик О. Л.		
Гарант ОП	Терлецький Т. В.		
Показник запозичень тексту			
Академічна доброчесність	Кайдик О. Л.		

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 03.06.2026 р.	

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ (Комар М. Ю.)  
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ (Терлецький Т. В.)  
(підпис)

## АНОТАЦІЯ

Комар М. Ю. Проектування системи пожежної сигналізації, оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей в магазині продуктових товарів з офісним приміщенням. 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 та рекомендацій, списку використаних джерел та додатків.

У пояснювальній записці кваліфікаційної роботи розглянуто особливості проектування системи пожежної сигналізації, оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей для магазину продуктових товарів з офісними приміщеннями. Проведено аналіз технічних та планувальних характеристик об'єкта, нормативно-правової бази та сучасних технічних рішень у сфері протипожежного захисту. Обґрунтовано вибір адресної системи пожежної сигналізації, приймально-контрольного приладу, пожежних сповіщувачів та системи оповіщення на базі обладнання Tiras. У практичній частині розроблено структурну схему системи, визначено місця встановлення пожежних сповіщувачів, виконано розрахунок їх кількості та спроектовано систему оповіщення й управління евакуацією людей. Також описано застосування програмного забезпечення AutoCAD під час розробки планів розміщення обладнання та трасування кабельних ліній.

Ключові слова: пожежна сигналізація, система оповіщення, евакуація людей, пожежний сповіщувач, адресна система, приймально-контрольний прилад, Tiras, AutoCAD, протипожежний захист.

## ANNOTATION

Komar M. Design of a fire alarm system, fire notification and evacuation management in a grocery store with office space. Manuscript.

Bachelor's qualification work EP «Security and safety information system and technologies». Lutsk National Technical University. Lutsk, 2026.

This bachelor's thesis comprises an introduction, three sections, general conclusions and recommendations, a list of references, and appendices.

The explanatory note of the qualification work considers the features of designing a fire alarm system, fire notification and evacuation management for a grocery store with office space. An analysis of the technical and planning characteristics of the facility, the regulatory framework and modern technical solutions in the field of fire protection is carried out. The choice of an addressable fire alarm system, a receiving and control device, fire detectors and an alert system based on Tiras equipment is justified. In the practical part, a structural diagram of the system was developed, the locations of fire detectors were determined, their number was calculated, and a warning and evacuation management system was designed. The use of AutoCAD software in the development of equipment placement plans and cable line routing is also described.

Keywords: fire alarm, warning system, evacuation of people, fire detector, address system, receiving and control device, Tiras, AutoCAD, fire protection..

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	8
<b>РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ</b>	
1.1 Характеристика об'єкту захисту і оцінка нормативних вимог до його пожежної безпеки .....	9
1.2 Аналіз сучасних типів систем пожежної сигналізації й оповіщення та управління евакуацією людей .....	14
1.3 Вирішення шляхів реалізації проектних рішень .....	18
1.4 Постановка завдань на кваліфікаційну роботу бакалавра .....	20
<b>РОЗДІЛ 2 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЗАСОБІВ ТА МЕТОДІВ РЕАЛІЗАЦІЇ</b>	
2.1 Обґрунтування вибору типу, структури та складових системи пожежної сигналізації .....	22
2.2 Обґрунтування вибору компонентів системи оповіщення та управління евакуацією людей .....	29
2.3 Обґрунтування методів інтеграції проектованої інформаційної системи до інфраструктури об'єкта захисту .....	31
<b>РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ</b>	
3.1 Розробка структурної схеми інформаційної системи .....	33
3.2 Визначення місця встановлення пожежних сповіщувачів та розрахунок їх кількості.....	34
3.3 Розроблення системи оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей .....	40
3.4 Розрахунок джерела резервного живлення .....	42
3.5 Особливості програмування складових інформаційної системи .....	45
3.6 Принцип роботи системи та організація евакуації людей .....	47
3.7 Тестування системи та аналіз результатів .....	49
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ .....	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	54

## ВСТУП

Важливим етапом розвитку систем пожежного захисту стало впровадження адресних технологій, які поступово замінюють неадресні рішення та забезпечують точне визначення місця виникнення пожежі й підвищення рівня безпеки людей.

Сучасні системи базуються на мікропроцесорних технологіях та адресних інтерфейсах, що дозволяє здійснювати централізований контроль і підвищувати надійність роботи. Особливо актуальним це є для магазинів з офісними приміщеннями через високе пожежне навантаження.

Подальший розвиток полягає в інтеграції систем сигналізації з оповіщенням та інженерною інфраструктурою будівлі, що забезпечує контроль обладнання, швидке виявлення несправностей і підвищення живучості системи.

Об'єкт дослідження – система пожежної сигналізації, оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей у магазині продуктових товарів з офісними приміщеннями.

Предмет дослідження – процеси функціонування системи пожежної сигналізації, особливості розміщення пожежних сповіщувачів, методи інтеграції обладнання та принципи побудови системи оповіщення й управління евакуацією людей.

Мета кваліфікаційної роботи – проектування сучасної адресної системи пожежної сигналізації та системи оповіщення про пожежу для забезпечення своєчасного виявлення пожежі, інформування людей про небезпеку та організації безпечної евакуації з будівлі.

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

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

Об'єктом інженерного проектування у даній кваліфікаційній роботі є трирівнева громадська будівля магазину продовольчих товарів з адміністративно-офісними приміщеннями. Багатофункціональна структура об'єкта, що поєднує зони з різним функціональним призначенням, щільністю перебування людей та характером пожежного навантаження, вимагає реалізації комплексного підходу до побудови інтегрованої системи автоматичного протипожежного захисту.

Перша частина плану є підвальний поверх будівлі площею 216,26 м<sup>2</sup> (рис. 1.1), який повністю відведений під складську зону магазину продовольчих товарів.

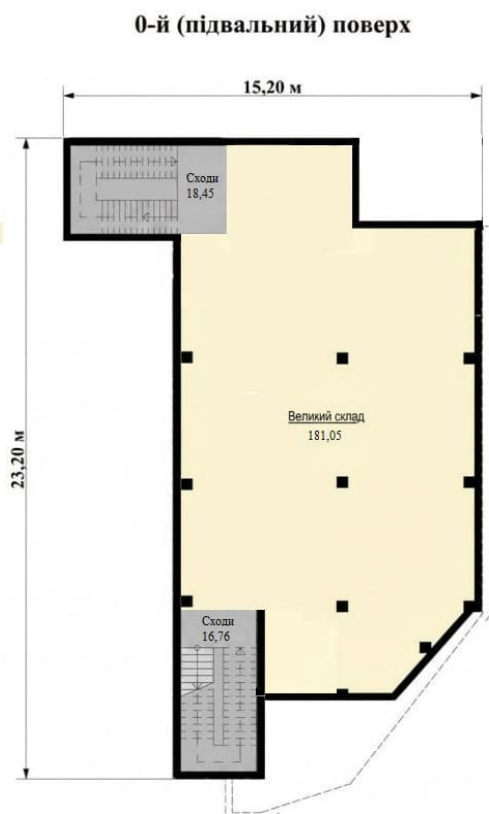


Рисунок 1.1 – План підвального поверху

На даному рівні здійснюється зберігання товарів та пакувальних матеріалів, що формує підвищене пожежне навантаження через наявність горючих матеріалів, зокрема картонної тари, пластикової упаковки та продовольчої продукції. Умови експлуатації підвального поверху характеризуються обмеженою природною вентиляцією та ускладненими умовами евакуації, що підвищує вимоги до систем раннього виявлення пожежі та оповіщення.

Перший поверх будівлі є основною торговельною зоною магазину продовольчих товарів та включає великий торговельний зал, тамбур, сходи, технічні та допоміжні приміщення загальною площею 215,97 м<sup>2</sup> (рис. 1.2).

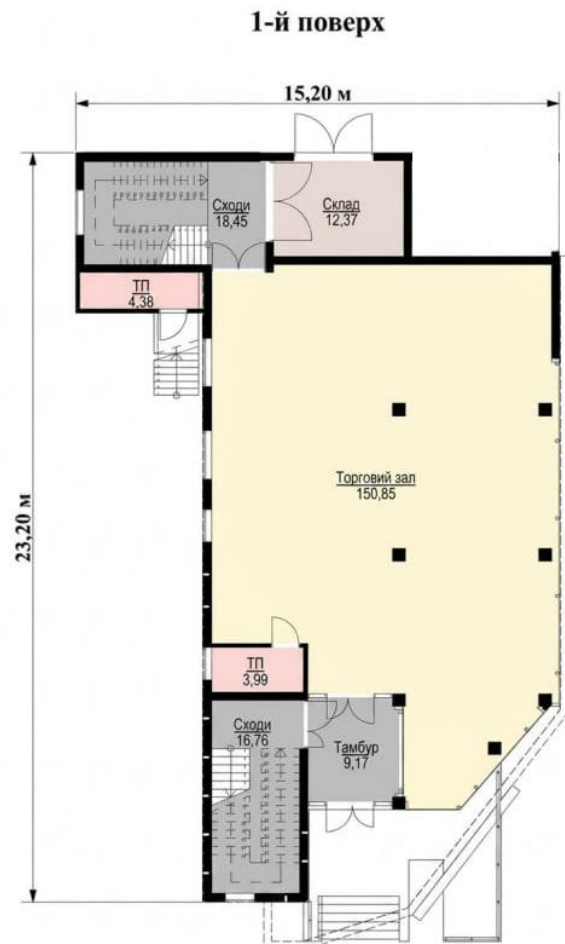


Рисунок 1.2 –План першого поверху

На даному рівні перебуває основна кількість відвідувачів, що формує підвищену пожежну небезпеку через значне пожежне навантаження, пов'язане

з наявністю продуктів у пакуванні, тари, торговельного обладнання та холодильних установок. Планувальна структура характеризується відкритими просторами торговельного залу та транзитними шляхами руху людей, що є критичним фактором при організації евакуації у разі пожежі.

Другий поверх будівлі також має функціональне призначення, пов'язане з розміщенням магазину продовольчих товарів, та включає торговельний зал, адміністративні кабінети, підсобні та допоміжні приміщення площею 235,41 м<sup>2</sup> (рис. 1.3).

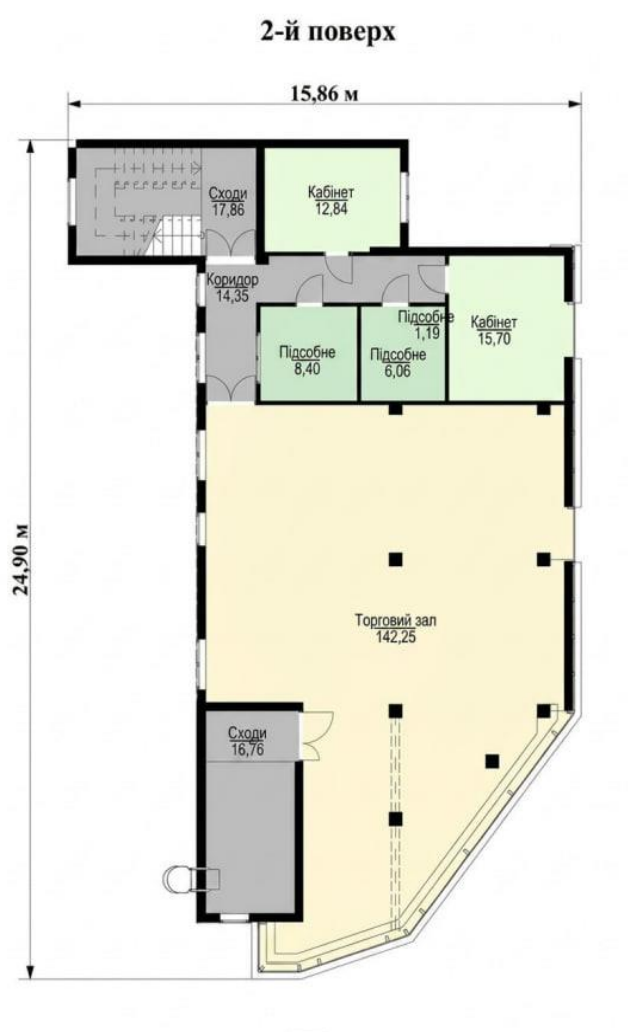


Рисунок 1.3 – План другого поверху.

Планувальна структура цього рівня є більш поділеною на окремі функціональні зони, що впливає на розподіл пожежного навантаження та організацію шляхів евакуації. Наявність торговельних і службових приміщень

потребує диференційованого підходу до забезпечення пожежної безпеки та розміщення технічних засобів пожежної сигналізації. Таким чином, сумарна внутрішня площа двоповерхової будівлі дорівнює 667,64 м<sup>2</sup>.

Наявність внутрішніх трансмісійних вузлів (дві сходові клітки, що проходять крізь усі поверхи) створює загрозу швидкого поширення небезпечних факторів пожежі (особливо токсичних продуктів горіння та диму) з нижніх рівнів на вищі за рахунок тяги. Це обумовлює жорсткі вимоги до архітектурно-планувальних рішень та швидкодії системи пожежної сигналізації.

Нормативно-правова оцінка пожежної безпеки об'єкта здійснюється на підставі чинних документів України, які визначають вимоги до будівель та приміщень залежно від функціонального призначення, типу використання, наявності джерел пожежної небезпеки та категорій пожежного навантаження. Одним з основних документів є Правила пожежної безпеки в Україні [1], затверджені наказом Міністерства внутрішніх справ України № 1417 від 30.12.2014 з подальшими змінами, які містять загальні вимоги щодо профілактики, організації безпеки та дій у разі пожежі для об'єктів різного призначення. Ці вимоги охоплюють питання забезпечення безпечної евакуації, маркування шляхів виходу, утримання технічних засобів пожежної безпеки та забезпечення готовності до реагування у разі загрози виникнення пожежі.

Крім того, Державні будівельні норми України (ДБН) визначають обов'язкові вимоги до проектування будівель та їхніх систем протипожежного захисту. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» [2]. Загальні вимоги надає класифікацію приміщень за категоріями пожежної небезпеки, вимоги до організації шляхів евакуації, систем оповіщення та протипожежних відсіків, а також узагальнює критерії оцінки ризиків у різних типах функціонального використання будівель.

Важливою частиною нормативної бази є ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту» [3], що надає практичні вимоги до вибору, розташування та параметрів технічних засобів пожежної сигналізації, систем

оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей. Цей документ містить детальні вказівки щодо організації зон контролю, вибору типів пожежних сповіщувачів, обсягу резервного живлення, а також вимог до технічного обслуговування і перевірок працездатності систем пожежного захисту.

Аналіз пожежного навантаження проводиться шляхом оцінки характеру матеріалів, що знаходяться в приміщенні, та потенційних джерел займання. Торговельний зал та склад мають найбільш критичне пожежне навантаження через значну кількість горючих і легко займистих матеріалів. В таких зонах найбільш імовірним фактором виникнення пожежі є електричні несправності обладнання (касові апарати, холодильні установки тощо) або механічні іскри від сторонніх джерел. Для адміністративних та технічних приміщень джерелами ризику можуть бути електромережі, розетки, комунікаційні прилади, що також потребують системи виявлення та оповіщення.

Для проектування системи автоматичної пожежної сигналізації (АПС) нормативними документами визначено вимоги щодо розташування сповіщувачів, їхніх типів та чутливості. Згідно з ДБН В.2.5-56:2014, АПС повинна забезпечувати своєчасне виявлення пожежі на її початковій стадії незалежно від категорії приміщення: у торговельних зонах застосовуються, як правило, димові пожежні сповіщувачі, в технічних – теплові або комбіновані, а в службових та коридорних – загального типу. Вибір конкретного типу залежить від умов експлуатації, рівня фону продукції (сигнального шуму), розмірів приміщення та їхнього планування.

Що стосується систем оповіщення та управління евакуацією людей, ДБН передбачає обов'язковість інформування персоналу та відвідувачів про початок пожежі через звукові та світлові сигнали. Обов'язковою є установка покажчиків виходу «ВИХІД», що відповідають вимогам ДСТУ EN 1838 «Освітлення евакуаційне» [4] для створення безпечних умов евакуації у разі відсутності основного освітлення. Оповіщення має забезпечувати максимально швидке інформування, щоб мінімізувати час евакуації та уникнути паніки. Ця вимога

впливає безпосередньо з ДБН В.2.5-56:2014 та є обов'язковою для громадських будівель з масовим перебуванням людей.

Щодо живлення систем протипожежного захисту, нормами передбачено, що автоматична пожежна сигналізація та оповіщення повинні мати резервне джерело живлення, яке забезпечує працездатність принаймні протягом 24 годин у режимі очікування та не менше 1 години у режимі «Пожежа», що є загальною вимогою ДБН В.2.5-56:2014 для безперервної роботи систем безпеки в умовах втрати основного живлення. Крім того, в документації щодо проектування протипожежних систем зазначено вимогу безперервного контролю стану мережі, акумуляторів та шлейфів сповіщення для забезпечення надійності та попередження несправностей.

Отже, об'єкт, що розглядається, має багатофункціональний характер з різними рівнями пожежної небезпеки, які потребують комплексу технічних рішень з автоматичного виявлення пожежі, оповіщення та управління евакуацією людей відповідно до чинних нормативних документів України. Такий підхід гарантує своєчасне виявлення пожежі, ефективне сповіщення людей і керовану евакуацію, що є ключовими елементами забезпечення безпеки життєдіяльності на об'єкті.

## **1.2 Аналіз сучасних типів систем пожежної сигналізації й оповіщення та управління евакуацією людей**

В умовах розвитку сучасних технологій системи пожежної сигналізації та оповіщення про пожежу й управління евакуацією людей є ключовими складовими забезпечення пожежної безпеки об'єктів громадського призначення. Вони забезпечують своєчасне виявлення ознак пожежі, формування сигналу тривоги, інформування людей про небезпеку та організацію безпечної евакуації. Ефективність таких систем безпосередньо впливає на зниження ризику травмування людей і мінімізацію матеріальних збитків у разі виникнення пожежі.

Сучасні системи пожежної сигналізації класифікуються за принципом побудови на неадресні, адресні та адресно-аналогові. Неадресні системи передбачають групове підключення пожежних сповіщувачів у шлейфи, де спрацювання одного пристрою формує загальний сигнал тривоги без визначення конкретного місця виникнення пожежі. Такі системи є доцільними для невеликих об'єктів із простою планувальною структурою, однак їх застосування на великих або функціонально розділених об'єктах є обмеженим через низьку точність локалізації пожежі.

Адресні системи пожежної сигналізації забезпечують індивідуальну ідентифікацію кожного сповіщувача, що дозволяє точно визначати приміщення або зону виникнення пожежі. Це значно підвищує оперативність реагування та ефективність організації евакуації. Адресно-аналогові системи є найбільш сучасним типом, оскільки забезпечують передачу не лише сигналу спрацювання, але й аналогових параметрів (рівень задимлення, температура тощо), що дозволяє оцінювати динаміку розвитку пожежі та зменшувати кількість хибних спрацювань. Є наглядне порівняння неадресної і адресної систем (рис. 1.4).



Рисунок 1.4 – Неадресна та адресна пожежної сигналізації [5].

Типова система пожежної сигналізації включає пожежні сповіщувачі (димові, теплові, комбіновані), ручні пожежні сповіщувачі, приймально-

контрольний пожежний прилад, лінії зв'язку, джерела основного та резервного живлення, а також виконавчі пристрої оповіщення. Вибір типів сповіщувачів здійснюється з урахуванням функціонального призначення приміщень, характеру пожежного навантаження та умов експлуатації. Для торговельних приміщень переважно застосовуються димові сповіщувачі, тоді як у технічних зонах можуть використовуватися теплові або комбіновані.

Система пожежної сигналізації функціонально інтегрується із системою оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей (СОУЕ), яка забезпечує інформування людей про виникнення небезпеки та спрямування їх до евакуаційних виходів. СОУЕ включає звукові, світлові та, за необхідності, мовні засоби оповіщення, що дозволяє підвищити ефективність сприйняття сигналу та зменшити ризик панічних реакцій. Застосування мовного оповіщення є особливо ефективним для об'єктів із масовим перебуванням людей.

Сучасні підходи до проєктування систем пожежної безпеки передбачають комплексну інтеграцію пожежної сигналізації, СОУЕ, систем протидимного захисту та, за потреби, автоматичного пожежогасіння. Така інтеграція дозволяє реалізувати автоматичні сценарії реагування на пожежу, зокрема запуск оповіщення, керування евакуацією, активацію евакуаційного освітлення та управління інженерними системами будівлі для створення безпечних умов для людей.

Відповідно до нормативних вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту», системи оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей (СОУЕ) за своїми функціональними ознаками, складом технічних засобів та способом оповіщення поділяються на п'ять основних типів. Вибір конкретного типу зумовлений архітектурно-планувальними особливостями об'єкта, його поверховістю, загальною площею та прогнозованою щільністю перебування людей.

1-й тип СОУЕ є базовим рівнем технічного захисту і передбачає виключно звуковий спосіб оповіщення людей за допомогою подачі тональних

сигналів, сирен або дзвінків. Цей тип характеризується одночасним увімкненням усіх звукових пристроїв по всьому об'єкту без розділення будівлі на окремі зони оповіщення.

2-й тип СОУЕ (рис. 1.5). розширює функціональні можливості попереднього типу та поєднує в собі два взаємопов'язані способи інформування: звуковий (високочастотні сирени) та візуальний. Візуальне сповіщення реалізується шляхом обов'язкового встановлення світлових покажчиків «ВИХІД» над евакуаційними виходами з поверхів та приміщень. Активація всіх світлозвукових виконавчих пристроїв відбувається синхронно та автоматично після верифікації сигналу тривоги центральним приймально-контрольним приладом.



Рисунок 1.5– Структурний принцип побудови 2-го типу СОУЕ [6].

3-й тип СОУЕ базується на мовленнєвому способі оповіщення, де замість стандартних звукових сигналів використовуються заздалегідь записані автоматичні голосові повідомлення або трансляція розпоряджень диспетчера через мікрофонний пульт. Додатково передбачається обов'язкове встановлення світлових покажчиків «ВИХІД». Починаючи з цього типу, впроваджується суворе розділення будівлі на окремі зони оповіщення з можливістю налаштування черговості та часових затримок активації гучномовців для різних поверхів.

4-й тип СОУЕ є складним багатозонним комплексом, який обов'язково містить мовленнєвий спосіб оповіщення, світлові табло «ВИХІД» та статичні або динамічні світлові покажчики напрямку руху евакуаційних потоків. Технічною особливістю цього типу є обов'язкова організація двостороннього зв'язку між диспетчерським постом (постом пожежної охорони) та кожною окремою зоною оповіщення (поверхами, ліфтовими холами тощо) для координації дій персоналу.

5-й тип СОУЕ являє собою найбільш технологічно складну інтегровану систему протипожежного захисту. Він включає в себе мовленнєве сповіщення, світлові покажчики напрямку руху з функцією динамічного керування (зміна стрілок залежно від місця пожежі), повне розділення об'єкта на велику кількість автономних зон евакуації та обов'язковий двосторонній зв'язок із постом пожежної безпеки. Логіка роботи 5-го типу передбачає повну автоматизацію управління евакуацією з реалізацією багатьох складних сценаріїв, що дозволяє уникнути перетину людських потоків та виникнення тисняви у великих багатофункціональних комплексах.

На основі детального техніко-економічного аналізу та порівняння параметрів проєкту, інформаційна система на нашому об'єкті реалізує саме 2-й тип СОУЕ та відповідно до нього адресна система сповіщення, оскільки його функціональний склад повністю задовольняє вимоги безпеки для трирівневої будівлі магазину і є нормативно обґрунтованим відповідно до чинних ДБН.

### **1.3 Вирішення шляхів реалізації проектних рішень**

Розроблення проектних рішень системи пожежної сигналізації, оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей здійснюється на основі аналізу функціонального призначення об'єкта, його планувальної структури, пожежного навантаження та вимог чинних нормативних документів України, зокрема ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту».

Проектований об'єкт являє собою громадську будівлю торговельного призначення, що включає торговельні зали, складські, адміністративні, технічні та допоміжні приміщення. Особливістю об'єкта є наявність торговельного залу великої площі, у якому одночасно перебуває значна кількість людей, що зумовлює підвищені вимоги до своєчасного виявлення пожежі та оперативного оповіщення для забезпечення безпечної евакуації.

З урахуванням функціональної структури будівлі та необхідності точного визначення місця виникнення пожежі, для даного об'єкта приймається адресна система пожежної сигналізації. Використання адресної системи дозволяє кожному пожежному сповіщувачу мати унікальну адресу, що забезпечує точну ідентифікацію приміщення або зони спрацювання, значно підвищуючи оперативність реагування та ефективність організації евакуації людей.

Адресна система пожежної сигналізації забезпечує не лише фіксацію факту пожежі, але й передачу інформації про конкретне місце виникнення небезпечної ситуації на приймально-контрольний прилад. Це особливо важливо для об'єктів складної планувальної структури, де наявність торговельних залів, складських та адміністративних приміщень потребує точного зонального контролю.

Проектована система інтегрується із системою оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей (СОУЕ). Для об'єкта передбачається СОУЕ 2 типу, що включає світлові та звукові оповіщувачі, а також світлові покажчики напрямку евакуації «ВИХІД». Після отримання сигналу від адресної пожежної сигналізації система оповіщення автоматично активується, забезпечуючи своєчасне інформування людей про небезпеку та організацію їх евакуації. Також передбачається можливість ручного запуску системи з приймально-контрольного приладу.

Важливим елементом проектного рішення є врахування планувальної структури будівлі при розміщенні адресних пожежних сповіщувачів. Їх встановлення здійснюється з урахуванням нормативних вимог щодо площі контролю, висоти приміщень та умов поширення продуктів горіння. Адресна

система дозволяє створювати гнучку структуру зон контролю, де кожен сповіщувач або група сповіщувачів закріплюється за конкретним приміщенням чи функціональною зоною об'єкта.

Застосування адресної пожежної сигналізації також дозволяє значно зменшити час виявлення місця загоряння та скоротити час реакції персоналу, що є критично важливим для об'єктів з масовим перебуванням людей. Крім того, така система забезпечує зручність технічного обслуговування, оскільки кожен елемент системи може бути індивідуально діагностований.

Ключовим елементом проектного рішення є забезпечення надійного електроживлення системи. Відповідно до вимог нормативних документів, система пожежної сигналізації повинна бути обладнана основним та резервним джерелом живлення. Резервне живлення забезпечує роботу системи у черговому режимі не менше 24 годин та не менше 3 годин у режимі «Пожежа», що гарантує її працездатність у разі відключення основного електропостачання.

Таким чином, запропоновані проектні рішення передбачають використання сучасної адресної системи пожежної сигналізації у поєднанні з СОУЕ, що забезпечує точне визначення місця виникнення пожежі, оперативне оповіщення людей та ефективну евакуацію персоналу і відвідувачів. Реалізація такого підходу відповідає чинним нормативним вимогам України та забезпечує високий рівень пожежної безпеки об'єкта.

#### **1.4 Постановка завдань на кваліфікаційну роботу бакалавра**

Ефективність системи пожежної сигналізації, оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей у громадських будівлях торговельного призначення безпосередньо залежить від детального аналізу планувальної структури об'єкта, функціонального призначення приміщень, рівня пожежного навантаження та правильного вибору технічних рішень.

Основною метою кваліфікаційної роботи є розроблення ефективної системи пожежної сигналізації, оповіщення про пожежу та управління

евакуацією людей для магазину продуктів з офісними та складськими приміщеннями, що забезпечує своєчасне виявлення пожежі, точну ідентифікацію місця її виникнення та організовану евакуацію людей відповідно до чинних нормативних вимог України.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

1) проаналізувати архітектурно-планувальне рішення об'єкта проєктування, який включає підвальний складський поверх, торговельні зали, офісні та допоміжні приміщення, та визначити функціональні зони з урахуванням їхнього пожежного навантаження;

2) дослідити нормативні вимоги до систем пожежної сигналізації та систем оповіщення про пожежу і управління евакуацією людей, визначені чинними ДБН та іншими регламентуючими документами України;

3) проаналізувати сучасні технічні рішення пожежної сигналізації та обґрунтувати вибір адресної системи пожежної сигналізації для об'єкта з урахуванням його складної планувальної структури;

4) розробити принципи побудови системи оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей (СОУЕ), включаючи визначення типу системи, способів оповіщення та сценаріїв евакуації;

5) виконати зонування об'єкта для системи пожежної сигналізації та визначити принципи розміщення адресних пожежних сповіщувачів у торговельних, складських, адміністративних та технічних приміщеннях;

6) розробити структурну схему системи пожежної сигналізації та її інтеграції із системою оповіщення та іншими елементами протипожежного захисту;

7) забезпечити врахування вимог до резервного електроживлення системи та оцінити умови її безперебійної роботи в режимах «Чергування» та «Пожежа».

## РОЗДІЛ 2

### ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЗАСОБІВ ТА МЕТОДІВ РЕАЛІЗАЦІЇ

#### 2.1 Обґрунтування вибору типу, структури та складових системи пожежної сигналізації

З урахуванням нормативних вимог та особливостей об'єкта проектування (магазин продовольчих товарів з офісними та складськими приміщеннями) встановлено, що найбільш доцільним рішенням є застосування адресної системи пожежної сигналізації.

Такий вибір зумовлений наявністю торговельного залу з масовим перебуванням людей, складського приміщення з підвищеним пожежним навантаженням, а також розгалуженої структури адміністративних і допоміжних приміщень.

В умовах складного планування будівлі ключовим фактором є можливість точного визначення місця виникнення пожежі, що забезпечується адресною системою.

Адресна система дозволяє ідентифікувати кожен пожежний сповіщувач окремо, здійснювати зонування об'єкта, контролювати стан кожного пристрою та формувати гнучкі алгоритми роботи системи. Усі елементи об'єднуються в єдину адресну кільцеву лінію зв'язку, що підвищує надійність системи та її стійкість до пошкоджень кабельних ліній.

У якості базової платформи системи обрано обладнання Tiras Technologies, яке відповідає вимогам чинних нормативних документів України та забезпечує повну реалізацію адресної пожежної сигналізації з можливістю інтеграції системи оповіщення та управління евакуацією людей.

У якості центрального елемента системи мною обрано адресний приймально-контрольний прилад пожежної сигналізації Tiras PRIME A (рис. 2.2), оскільки він забезпечує підтримку адресної кільцевої лінії зв'язку з можливістю підключення великої кількості пристроїв в одному кільці, дозволяє логічно розділити об'єкт на окремі зони (торговий зал, складські приміщення,

офісну та підсобні кімнати), має вбудований журнал подій та гнучкі можливості програмування алгоритмів роботи системи, підтримує підключення модулів керування оповіщенням і зовнішніми виконавчими пристроями, а також передбачає інтеграцію з системами віддаленого моніторингу, що в сукупності робить його «мозком» усієї системи, відповідальним за обробку сигналів від сповіщувачів, формування тривожних повідомлень та керування системою оповіщення і управління евакуацією людей.



Рисунок 2.1 – Tiras PRIME A [7]

Для контролю більшості приміщень об'єкта, зокрема торгового залу, офісних кімнат та коридорів, мною обрано адресні оптичні димові сповіщувачі СПД-А Tiras (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – СПД-А Tiras [8]

Оскільки вони характеризуються високою чутливістю до продуктів тління, що є типовим для загоряння товарів, пакувальних матеріалів, меблів та оздоблювальних елементів, забезпечують адресність із можливістю точного визначення місця спрацювання, відзначаються зручністю монтажу на стелі та мають світлодіодну індикацію стану. Застосування саме цих сповіщувачів дозволяє забезпечити раннє виявлення пожежі у приміщеннях з нормальними умовами експлуатації, що є характерним для більшої частини розглянутого об'єкта.

Біля евакуаційних виходів мною передбачено встановлення СПР-А Tiras (рис. 2.3) – адресних ручних пожежних сповіщувачів, призначених для можливості ручного подання сигналу «Пожежа» персоналом або відвідувачами у разі виявлення ознак загоряння до спрацювання автоматичних сповіщувачів. Використання саме адресного виконання дозволяє системі точно визначати місце активації та фіксувати конкретну точку події у журналі приймально-контрольного приладу.



Рисунок 2.3 – СПР-А Tiras [9]

Розміщення цих сповіщувачів безпосередньо на шляхах евакуації повністю відповідає вимогам нормативних документів щодо їх обов'язкового встановлення біля виходів із приміщень та на евакуаційних маршрутах, що підвищує оперативність реагування у разі пожежі. Для реалізації функцій керування світловими та звуковими засобами оповіщення, а також передачі керуючих сигналів на виконавчі пристрої, у складі системи передбачено

використання адресних модулів керування та оповіщення, сумісних із обраним приймально-контрольним приладом, які забезпечують автоматичний запуск сценаріїв оповіщення та управління евакуацією людей при підтвердженні пожежної тривоги.

Для забезпечення безперервної та надійної роботи системи пожежної сигналізації та оповіщення мною обрано блок живлення БЖ Tiras 1230 (рис. 2.4) у комплекті з акумуляторними батареями напругою 12 В, що дозволяє організувати гарантоване електроживлення всіх складових системи у разі зникнення основного живлення мережі.



Рисунок 2.4 – блок живлення Tiras [10]

Даний блок живлення забезпечує автоматичний перехід на резервне живлення без втрати працездатності системи, що є обов'язковою вимогою нормативних документів до систем протипожежного захисту. Ємність акумуляторних батарей підібрана таким чином, щоб забезпечити роботу системи не менше 24 годин у черговому режимі та не менше 3 годин у режимі «Пожежа», що відповідає вимогам до резервування живлення для подібних об'єктів. Важливою перевагою обраного рішення є повна сумісність блоку живлення з приймально-контрольним приладом, адресними модулями та оповіщувачами, що спрощує інтеграцію обладнання в єдину систему та підвищує її надійність.

Для формування сигналу пожежної тривоги в будівлі застосовано світлозвукові оповіщувачі типу Tiras ОСЗ-1 «Тривога» (рис. 2.5). Дані пристрої забезпечують одночасну подачу світлового та звукового сигналу при виникненні пожежі, що дозволяє швидко привернути увагу персоналу та відвідувачів об'єкта. Світлозвукові оповіщувачі встановлюються у торговельному залі, коридорах та біля сходових кліток, де перебуває найбільша кількість людей. Використання такого типу оповіщувачів відповідає вимогам ДБН В.2.5-56:2014 щодо організації систем оповіщення та управління евакуацією людей.



Рисунок 2.5 – Tiras ОСЗ-1 «Тривога» [11]

Для позначення евакуаційних виходів у будівлі використовуються світлові покажчики типу ОС-1 «ВИХІД» (рис. 2.6).



Рисунок 2.6 – ОС-1 «ВИХІД» [12]

Основним призначенням даних пристроїв є візуальне інформування людей про напрямок евакуації під час пожежі або аварійної ситуації. Світлові табло встановлюються над евакуаційними виходами, у коридорах та біля

сходових кліток відповідно до плану евакуації будівлі. Використання покажчиків «ВИХІД» дозволяє скоротити час евакуації людей та підвищити рівень безпеки на об'єкті.

Для керування світлозвукowymi оповіщувачами ОСЗ-1 «Тривога» та світловими покажчиками евакуації ОС-1 «ВИХІД» у системі використовується адресний модуль керування виходами M-OUT8R Tiras PRIME (рис. 2.7). Даний модуль забезпечує централізоване керування пристроями системи оповіщення через адресний шлейф пожежної сигналізації та дозволяє автоматично активувати засоби оповіщення при надходженні сигналу «Пожежа». Використання адресного модуля підвищує надійність роботи системи, забезпечує контроль стану ліній та спрощує інтеграцію СОУЕ до загальної системи протипожежного захисту будівлі.



Рисунок 2.7 – M-OUT8R Tiras PRIME [13]

Для підключення адресних пожежних сповіщувачів та периферійного обладнання системи протипожежного захисту використано кабель типу ШВВП 2×0,75 мм<sup>2</sup> (рис. 2.8). Даний кабель відповідає вимогам адресної системи Tiras PRIME щодо допустимого опору та перерізу жил. Використання кабелю з перерізом 0,75 мм<sup>2</sup> забезпечує стабільну передачу сигналів між елементами

системи та дозволяє зменшити втрати напруги у шлейфі адресної сигналізації. Обраний кабель застосовується для прокладання адресних ліній зв'язку між приймально-контрольним приладом і пожежними сповіщувачами.



Рисунок 2.8 – кабель типу ШВВП 2×0,75 [14]

Зважаючи на жорсткі нормативні вимоги ДБН В.2.5-56:2014 та ДСТУ щодо забезпечення живучості систем протипожежного захисту, для підключення світлових показників ОС-1 «ВИХІД» та світлозвукових оповіщувачів ОСЗ-1 «Тривога» мною було обрано спеціалізований мідний вогнестійкий кабель типу JE-H(St)H FE180/PN30 (рис. 2.9) з перерізом жил 2×1,0 мм<sup>2</sup>.

Оскільки компоненти СОУЕ споживають значно більший струм у режимі пожежної тривоги порівняно з адресними датчиками, збільшений переріз жил (1,0 мм<sup>2</sup>) дозволяє звести до мінімуму втрати напруги та уникнути її критичного падіння на найвіддаленіших ділянках магістралі. Застосування кабелю у виконанні FE180/PN30 гарантує збереження цілісності ізоляції та безперебійне функціонування лінії в умовах безпосереднього впливу відкритого вогню протягом щонайменше 30 хвилин. Це повністю покриває розрахунковий час, необхідний для безпечної та організованої евакуації людей з усіх поверхів будівлі. Окрім цього, наявність екрана захищає лінію від перехресних електромагнітних завад, а безгалогенна оболонка при термічному

розкладанні не виділяє токсичних газів і густого диму, що є критично важливим для шляхів евакуації.



Рисунок 2.9 – кабель типу JE-H(St)H FE180/PH30 [15]

Для мого об'єкта обрано адресну систему пожежної сигналізації на базі обладнання Tiras, яка забезпечує точність визначення місця пожежі, гнучкість налаштувань, можливість інтеграції з системою оповіщення та подальшого віддаленого моніторингу через мобільний застосунок. Обрані прилади повністю покривають потреби магазину з офісними приміщеннями та відповідають сучасним вимогам до систем протипожежного захисту.

## **2.2 Обґрунтування вибору компонентів системи оповіщення та управління евакуацією людей**

Система оповіщення та управління евакуацією людей (СОУЕ) проєктується як невід'ємна виконавча частина загального комплексу протипожежного захисту трирівневого магазину. Керуючись вимогами нормативного документа ДБН В.2.5-56:2014, для об'єктів торгівлі такої площі та поверховості обов'язковим до реалізації є 2-й тип СОУЕ, що технічно поєднує в собі звуковий та світловий способи інформування.

В процесі інженерного проєктування перед автором постало ключове питання вибору архітектурного принципу побудови виконавчої мережі СОУЕ: застосування традиційної застарілої неадресної схеми чи впровадження сучасної адресної системи сповіщення на базі модуля M-OUT8R у структурі «Tiras PRIME A». Порівняльний інженерний аналіз цих двох рішень дозволив

повністю обґрунтувати перевагу саме адресної структури з огляду на наступні фактори:

– безперервний апаратний контроль ліній згідно з ДСТУ EN 54-2:2003 [16]. У неадресних системах контроль шлейфу оповіщення зазвичай здійснюється лише за кінцевим резистором, що не дозволяє виявити пошкодження конкретної сирени чи відгалуження. Адресний модуль M-OUT8R здійснює індивідуальний безперервний контроль кожної з 8 вихідних ліній на предмет обриву або короткого замикання (КЗ) як у черговому режимі, так і під навантаженням. Будь-яка несправність миттєво локалізується та відображається на дисплеї центрального приладу з точним зазначенням адреси;

– живучість і стійкість системи протипожежного захисту: Неадресна лінія оповіщення при локальному перепалюванні чи замиканні вогнем повністю виходить з ладу по всій довжині поверху. В нашому випадку, модуль керування M-OUT8R інтегрований безпосередньо в адресне кільце сигналізації. Навіть якщо вогонь знищить частину будівлі та перерве кабель шлейфу з одного боку, ППКП продовжить керувати релейним модулем та активованими зонами оповіщення з іншого боку кільця;

– гнучкість програмування сценаріїв та відсутність хибних тривог: Використання адресного модуля дозволяє реалізувати диференційований підхід до евакуації. Інженерне ПЗ «Tiras CONFIG» [17] дозволяє гнучко прив'язати конкретні виходи оповіщення до певних зон сигналізації. Наприклад, при фіксації диму в підвальному складі, система може першочергово увімкнути світлозвукове сповіщення в підвалі та на першому поверсі для негайного звільнення шляхів, мінімізуючи зустрічні людські потоки та паніку;

– оптимізація кабельної інфраструктури об'єкта: Замість прокладання багатьох окремих важких неадресних кабельних трас від центрального поста крізь усі три поверхи будівлі, в адресній системі достатньо прокласти одне інформаційне кільце (кабель КПВВ). Модуль M-OUT8R монтується безпосередньо в центрі навантаження (на поверсі), а від нього вогнестійким кабелем JE-N(St)H FE180/PH30 виконуються короткі підключення до

локальних сирен ОСЗ-1 та табло ОС-1 «ВИХІД». Це суттєво знижує матеріаломісткість проекту та підвищує загальну надійність ліній.

Таким чином, інтеграція адресної структури керування СОУЕ повністю виключає людський фактор, гарантує миттєву верифікацію несправностей та забезпечує максимальний рівень безпеки людей на об'єкті.

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

Ефективність та безвідмовність функціонування розробленого комплексу протипожежного захисту безпосередньо залежить від методів та глибини його інтеграції в існуючу інженерну інфраструктуру трирівневої будівлі магазину. Інтеграційні процеси реалізуються на трьох основних рівнях: інформаційному (цифровому), апаратному (кабельному) та системно-моніторинговому.

Інформаційна інтеграція базується на використанні центрального процесорного блоку ППКРА «Tiras PRIME A» як єдиного диспетчерського центру збору та обробки сигналів. Цифровий завадостійкий протокол обміну даними об'єднує адресне кільце сповіщувачів та адресні модулі керування в єдину інформаційну мережу. Це забезпечує повністю автоматичну взаємодію: реєстрація фактора пожежі датчиком СПД-А генерує цифровий пакет даних, який за час, що не перевищує 2–3 секунди, аналізується ППКП та викликає апаратне замикання реле модуля M-OUT8R для запуску СОУЕ.

Апаратна інтеграція кабельних мереж виконана шляхом суворого розділення за функціональним призначенням та класом вогнестійкості з використанням двох погоджених типів кабельної продукції.

Сигнальні лінії інформаційного кільця інтегруються у внутрішні порожнини будівельних конструкцій, прокладаються у захисних гофрованих трубах із ПВХ, що не підтримує горіння, ізольовано від сильних силових електромереж 220/380 В для уникнення наведення електромагнітних завад.

Силові лінії живлення та керування сиренами та табло інтегруються вздовж основних шляхів евакуації, коридорів та сходових кліток із кріпленням за допомогою металевих вогнестійких скоб до негорючих основ (бетон, цегла). Це гарантує тривалу механічну тривкість лінії під час розвитку пожежі.

Інтеграція системи електропостачання реалізується шляхом підключення резервованого блока живлення БЖ1230 до розподільного щита будівлі за I категорією надійності. Технологічна сумісність БЖ1230 з автоматикою «Tiras» дозволяє передавати на центральний пульт службові сповіщення про аварію чи зникнення основного живлення 220 В, що спрощує моніторинг об'єкта черговим персоналом.

Додатково архітектура «Tiras PRIME A» передбачає можливість зовнішньої моніторингової інтеграції. За допомогою вбудованих комунікаційних модулів (GSM/GPRS або Ethernet) система інтегрується у глобальну мережу передачі сповіщень. Це дозволяє в автоматичному режимі дублювати сигнали «Пожежа» та «Несправність» на пульт централізованого спостереження (ПЦС) Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), а також реалізувати віддалений цивільний моніторинг стану об'єкта адміністрацією магазину за допомогою спеціалізованого мобільного застосунку.

## РОЗДІЛ 3

### ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ

#### 3.1 Розробка структурної схеми інформаційної системи

Розробка структурної схеми проектуваної адресної системи пожежної сигналізації є ключовим етапом проектування інформаційно-керуючого комплексу безпеки об'єкта. Структурна схема визначає ієрархію побудови системи, конфігурацію центрального обладнання, топологію інформаційних шлейфів зв'язку, а також принципи взаємодії вхідних пристроїв моніторингу та периферійних виконавчих модулів оповіщення.

На основі аналізу архітектурно-планувальних рішень трирівневої будівлі магазину, розрахунку необхідної кількості датчиків та керуючись вимогами ДБН В.2.5-56:2014 і ДСТУ EN 54-2:2003, було розроблено базову структурну схему адресної системи протипожежного захисту, яка представлена на (рис. 3.1).

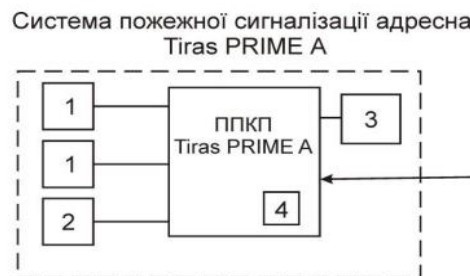


Рисунок 3.1 – Структурна схема адресної системи пожежної сигналізації «Tiras PRIME A» [19]:

1 – сповіщувачі; 2 – ручні сповіщувачі; 3 – оповіщувачі; 4 – комунікатор для зв'язку з ППКП

Відповідно до розробленої графічної структури (рис. 3.1), базовим елементом системи є прилад приймально-контрольний пожежний адресний ППКП «Tiras PRIME A». Він виконує функції збору інформації з об'єкта, аналізу поточного стану периферії та формування керуючих сигналів.

Функціональні блоки та зв'язки апаратної архітектури мають таке призначення:

– блоки 1 (сповіщувачі): призначені для виявлення початкових ознак пожежі за концентрацією диму. Застосована кільцева топологія захищає систему від повної відмови: у разі механічного пошкодження або обриву магістралі прилад автоматично ізолює дефектну ділянку та продовжує двостороннє опитування датчиків у радіальному режимі з обох боків;

– блок 2 (ручні сповіщувачі): використовується для примусової активації сигналу тривоги людиною. Цей інтерфейс забезпечує логічну інтеграцію приладу з кнопками екстреного виклику, які фізично замикають лінії живлення технічних засобів системи оповіщення та управління евакуацією (COUE) у разі підтвердження тривоги;

– блок 3 (оповіщувачі): відповідає за звукову й світлову індикацію та керування потоками евакуації. Модуль автоматично транслює цифрові пакети сповіщень про пожежну небезпеку чи технічні несправності на пульт централізованого спостереження через дубльовані канали зв'язку;

– блок 4 (комунікатор для зв'язку з ППКП): поєднує інтерфейсні лінії обміну даними та блоки трансляції подій. Забезпечує миттєвий автоматичний перехід на безперебійне автономне живлення у разі аварії в основній електромережі 220 В.

### **3.2 Визначення місця встановлення пожежних сповіщувачів та розрахунок їх кількості**

Своєчасне та раннє виявлення первинних ознак загоряння є детермінованим базисом для ефективного функціонування всієї інформаційно-керуючої системи протипожежного захисту об'єкта. Головною інженерною метою проєктування є забезпечення максимального рівня безпеки людей у будівлі трирівневого магазину шляхом повної автоматизації процесів реєстрації небезпечних факторів пожежі, миттєвої передачі верифікованого сигналу

тривоги на центральний ППКПА «Tiras PRIME A» та синхронного запуску виконавчих ліній системи оповіщення й управління евакуацією людей (СОУЕ).

Просторова розстановка та визначення координат місць встановлення автоматичних пожежних сповіщувачів на планах поверхів виконувались у суворій відповідності до регламентуючих вимог ДБН В.2.5-56:2014 та ДСТУ-Н CEN/TS 54-14:2021 [18].

Для приміщень об'єкта, які мають переважно прямокутну та квадратну геометрію, мною було обрано квадратну (ортогональну) схему розміщення точкових сповіщувачів.

Така топологія забезпечує найбільш рівномірне та ізотропне перекриття контрольованої площі стелі, мінімізуючи утворення «сліпих зон» на стиках радіусів чутливості датчиків.

Для обґрунтування та точного визначення кількості точкових димових сповіщувачів у приміщеннях великої площі (зокрема, у відкритих торговельних залах) застосовано аналітичний метод розрахунку за координатною сіткою. Загальна кількість приладів ( $N$ ) для кожної окремої зони обчислюється як добуток кількості сповіщувачів, необхідних для покриття кімнати по осях довжини та ширини, з обов'язковим округленням отриманих дробових значень до найближчого більшого цілого числа.

Розрахунок проводиться за формулою (3.1):

$$N = ((L - 2 \cdot b) / a + 1) \cdot ((B - 2 \cdot b) / a + 1), \quad (3.1)$$

$$N_{\text{підвал}} = ((19,797 - 2 \cdot 5,3) / 10,5 + 1) \cdot ((10,75 - 2 \cdot 5,3) / 10,5 + 1) = 2,$$

$$N_{1 \text{ поверх}} = ((16,668 - 2 \cdot 5,3) / 10,5 + 1) \cdot ((10,75 - 2 \cdot 5,3) / 10,5 + 1) = 2,$$

$$N_{2 \text{ поверх}} = ((16,665 - 2 \cdot 5,3) / 10,5 + 1) \cdot ((10,75 - 2 \cdot 5,3) / 10,5 + 1) = 2,$$

де:  $N$  – загальна розрахункова кількість пожежних сповіщувачів у приміщенні;

$N_{\text{підвал}}$  – розрахункова кількість пожежних сповіщувачів у підвалі на складі;

$N_{1 \text{ поверх}}$  – розрахункова кількість пожежних сповіщувачів у торговому залі першого поверху;

$N_{2 \text{ поверх}}$  – розрахункова кількість пожежних сповіщувачів у торговому залі другого поверху;

$L$  – максимальна довжина приміщення, м;

$B$  – максимальна ширина приміщення, м;

$a$  – нормативна відстань між сповіщувачами, яка згідно з Таблицею Б.1 ДБН В.2.5-56:2014 становить 10,5 м;

$b$  – нормативна відстань від сповіщувача до стіни, яка згідно з Таблицею Б.1 ДБН В.2.5-56:2014 становить 5,3 м.

Під час проєктування адресно-аналогових систем протипожежного захисту діє важливе нормативне допущення щодо ізольованих приміщень невеликої площі. Керуючись вимогами п. 7.2.12 ДБН В.2.5-56:2014, у приміщеннях, загальна площа яких є меншою за нормативну площу контролю одного сповіщувача (менше 85 м<sup>2</sup>), дозволяється встановлювати один адресний пожежний сповіщувач без проведення додаткових математичних розрахунків, за умови, що цей датчик підключено до системи, яка забезпечує автоматичний контроль його працездатності. Дане правило застосовано мною для кабінетів адміністрації, побутових кімнат, ізольованих складських приміщень підлоги та технічних зон на всіх рівнях будівлі.

Окрему увагу в проєкті приділено математичному розрахунку кількості сповіщувачів для великих приміщень об'єкта, зокрема головного торговельного залу та складських зон підвалу. За чистою формулою граничної площі контролю, для покриття цих залів за сумарною квадратурою теоретично було б цілком достатньо всього по два сповіщувачі на кожне велике приміщення. Однак суто математичний підхід без урахування просторової геометрії є неприпустимим у реальному проєктуванні з огляду на архітектурні та інженерні чинники. Великі зали мають складну прямокутну або Г-подібну форму, а також містять опорні колони та капітальні конструкції, що унеможлиблює дотримання нормативних відстаней між сповіщувачами та стінами, які не повинні перевищувати 4,5 метри до стіни та 9 метрів між

самими датчиками, за умови встановлення лише двох приладів. Крім того, у великих залах об'єкта діють складні повітряні потоки від систем припливно-втяжної вентиляції та кондиціонування, які призводять до нерівномірності димових потоків і можуть відхиляти продукти тління від чутливих елементів. Інженерно обґрунтоване збільшення кількості сповіщувачів гарантує, що пожежа буде верифікована у будь-якій точці залу незалежно від динаміки руху повітря.

Важливе значення має і конфігурація стелі, оскільки наявність будівельних балок, перекриттів та виступів створює локальні повітряні кишені, які перешкоджають вільному поширенню диму вздовж плити перекриття, вимагаючи додаткового захисту кожної відокремленої зони. З огляду на це, для надійного перекриття головного торговельного залу з урахуванням розташування вітрин та проходів прийнято рішення встановити 5 сповіщувачів СПД-А замість двох розрахункових, а для прирейкового складу виділено 1 сповіщувач.

На основі проведених інженерно-геометричних обчислень, логічного зонування простору та з урахуванням нормативного допущення для малих кімнат, було сформовано баланс розподілу автоматичних адресних димових сповіщувачів СПД-А по ярусах об'єкта захисту. Також була сформована експлікація проекту (Додаток В). Для підвального поверху (рис. 3.2), який є складською зоною, відповідно до розробленого плану в AutoCAD, з урахуванням стелажного зберігання та конфігурації проходів визначено потребу у 7 сповіщувачах СПД-А, які забезпечують рівномірне перекриття зон зберігання товарів та інженерно-технічних вузлів.

На першому поверсі (рис. 3.3), що є торговельним сектором, на основі графічного трасування у середовищі AutoCAD встановлено 6 приладів, з яких 5 захищають торговельну площу, а 1 інтегрований в ізольований прирейковий склад. На другому поверсі (рис. 3.3), який виконує функції адміністративно-офісного сектора, для захисту робочих кабінетів розрахунково визначено 6 сповіщувачів СПД-А за принципом одного датчика на кабінет. Для додаткових

побутових приміщень персоналу та допоміжних зон виділено 4 прилади, а для лінійної зони коридору, що є основним шляхом горизонтальної евакуації, передбачено 1 сповіщувач СПД-А.

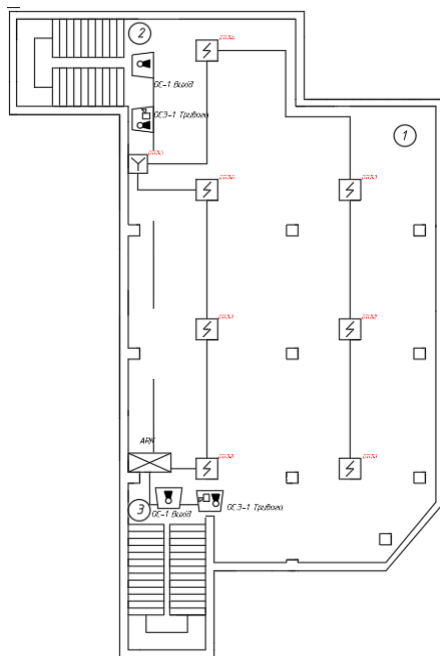


Рисунок 3.2 – Структурна схема плану підвалу(Додаток Г)

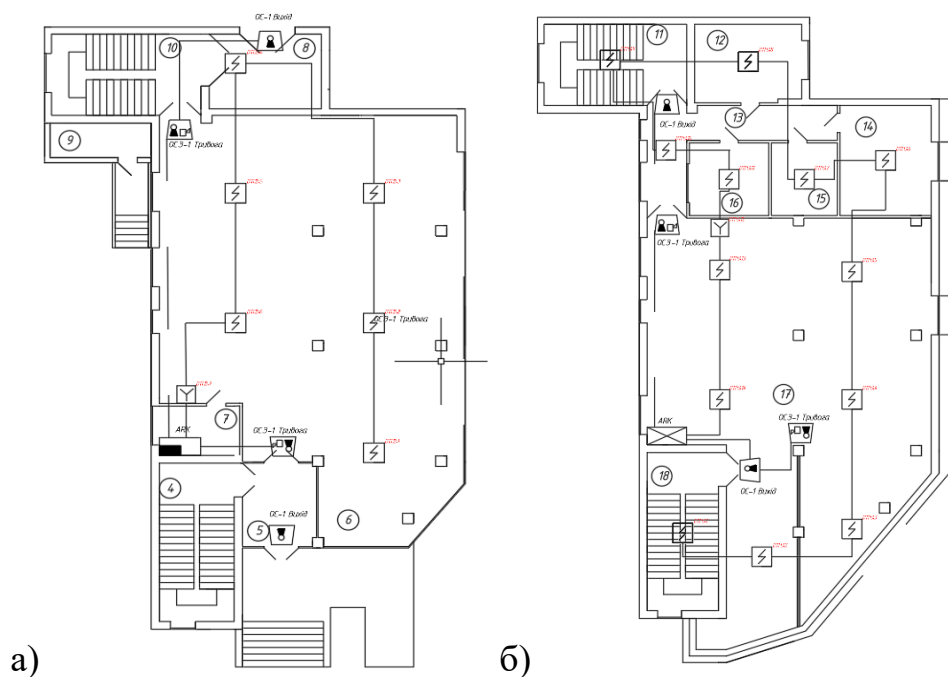


Рисунок 3.3 – Структурна схема поверхів: а – перший поверх (Додаток Д); б – другий поверх(Додаток Е)

Окрему увагу в проєкті приділено оптимізації адресної мережі на вертикальних комунікаційних шляхах та сходових клітках. На рівні першого поверху сходи розташовані в безпосередній близькості до вхідних тамбурів, що межують із зовнішнім середовищем. Через постійні конвекційні потоки повітря, протяги та циклічні коливання температури біля зовнішніх дверей існує високий ризик деградації оптичної системи датчиків та виникнення хибних спрацювань через пил або конденсат вологи. Зважаючи на те, що ці зони є відкритими евакуаційними шлюзами першого поверху без власного пожежного навантаження, автоматичні датчики на сходах першого рівня не встановлюються, а безпека перекривається ручними сповіщувачами СПР-А.

Проте, для забезпечення жорсткого перехоплення теплових та димових потоків, які за законами термодинаміки стрімко підніматимуться вгору по сходовому об'єму у разі виникнення загоряння на нижніх ярусах, за погодженням із керівником проєкту було прийнято рішення про посилення протипожежного захисту верхнього рівня. На сходових маршах другого поверху додатково встановлено 2 автоматичні адресні сповіщувачі СПД-А. Це гарантує ранню фіксацію задимлення на шляхах вертикальної евакуації.

Таким чином, сумарна кількість автоматичних адресних димових сповіщувачів для всього об'єкта становить 26 шт., з яких 7 одиниць змонтовано у підвалі, 6 –на першому поверсі та 13 –на другому поверсі разом зі сходовою кліткою. Графічне розташування всіх сповіщувачів та трасування ліній шлейфу виконано в середовищі AutoCAD. (Додаток А та Г). Таке інженерне рішення повністю задовольняє вимоги законодавства, унеможлиблює утворення «сліпих» зон та забезпечує високу надійність реалізації проєкту.

### **3.3 Розроблення системи оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей**

Головним інженерним завданням при розробці виконавчої підсистеми оповіщення (СОУЕ 2-го типу) є забезпечення нормативного рівня звукового

тиску в кожному відокремленому просторі трирівневої будівлі (відкритих торговельних залах, ізольованих кабінетах адміністрації, підвальних складах та інженерно-технічних кімнатах) для надійного та безперешкодного сприйняття сигналу тривоги.

Керуючись вимогами ДБН В.2.5-56:2014, мінімальний поріг акустичного сигналу пожежної тривоги повинен перевищувати середній фоновий шум приміщення щонайменше на 15 дБА. Оскільки для об'єктів громадсько-торговельного призначення середній інтегральний фоновий шум під час роботи технологічного обладнання (зокрема, холодильних вітрин) та перебування відвідувачів становить близько 55 дБА, розрахунковий звуковий тиск у будь-якій точці можливого перебування людей має складати не менше 70 дБА. Водночас максимальний рівень звуку обмежується значенням 110 дБА з метою запобігання акустичній дезорієнтації та виникненню панічних реакцій серед покупців.

З метою побудови надійної, живучої архітектури та забезпечення гнучких зональних сценаріїв евакуації, лінії оповіщення підключаються не безпосередньо до базового ППКП, а розподіляються за допомогою релейних виходів адресного модуля M-OUT8R Tiras PRIME. Таке апаратне рішення дозволяє реалізувати поверховий, детермінований алгоритм запуску сповіщення.

При фіксації пожежі, наприклад, у підвальному складі, система першочергово активує звукові та світлові засоби в зоні загоряння для негайної евакуації епіцентру небезпеки, а з розрахунковою часовою затримкою (необхідною для звільнення сходових кліток) запускає оповіщення на вищих поверхах. Це повністю нівелює ризик утворення заторів та зустрічних людських потоків на вертикальних шляхах руху.

Відповідно до розробленої в інженерному середовищі AutoCAD схеми розставлення обладнання та розрахунку «геометрії звуку», для об'єкта було визначено оптимальний комплект технічних засобів інформування, який складається з 6 світлових покажчиків та 6 світлозвукових оповіщувачів.

Вони симетрично та рівномірно розподілені по ярусах будівлі (по 2 одиниці кожного типу на поверх):

– світлові пожежні оповіщувачі-показчики ОС-1 «ВИХІД» встановлюються у кількості 2 одиниці на кожен поверх. Вони монтуються безпосередньо над дверними прорізами головних евакуаційних виходів, виходів з поверхів та на сходові клітки на висоті 2,0–2,5 м від рівня чистої підлоги. Зразок представленого монтування (рис. 3.4). Вони підключаються до ліній постійного живлення і забезпечують безперервну візуальну орієнтацію та маркування евакуаційних шляхів в умовах потенційного задимлення;

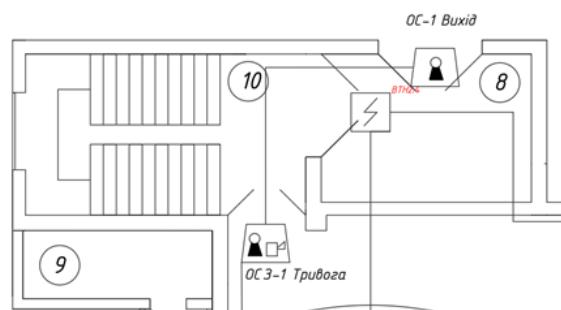


Рисунок 3.4 – Приклад просторового розміщення світлового (ОС-1) та світлозвукового (ОСЗ-1) оповіщувачів на стінових конструкціях

– світлозвукові пожежні оповіщувачі ОСЗ-1 «Тривога» встановлюються у кількості 2 одиниці на кожен поверх з дотриманням вимог. Пристрої розміщуються на вертикальних стінових конструкціях коридорів та великих торговельних залів на висоті не менше 2,3 м від рівня підлоги. Оскільки дані оповіщувачі забезпечують номінальний звуковий тиск на рівні 95–100 дБ на відстані 1 м, рознесення двох приладів у протилежні кінці поверху створює стійке ізотропне акустичне поле. З урахуванням логарифмічного згасання звукової хвилі у просторі та її часткового поглинання будівельними конструкціями (затухання близько 15–20 дБ при проходженні крізь стандартні міжкімнатні двері), два прилади на поверх забезпечують гарантовано перевищення нормативного порогу в 70 дБА всередині навіть замкнених офісних кабінетів адміністрації на другому поверсі;

– адресні ручні пожежні сповіщувачі СПР-А Tiras встановлюються у кількості 1 одиниця на поверх. Пристрої розташовуються на шляхах евакуації, безпосередньо біля виходів на сходові клітки та головних вихідних дверей будівлі, на нормативній висоті 1,5 м від рівня підлоги в легкодоступних та добре освітлених місцях. Це дозволяє персоналу або відвідувачам миттєво активувати виконавчі сценарії СОУЕ вручну в разі візуального виявлення відкритого полум'я ще до моменту спрацювання автоматичних стельових датчиків.

Усі магістральні лінії зв'язку та розподільчі мережі від релейного модуля M-OUT8R до кінцевих споживачів проєктуються виключно із застосуванням спеціалізованого вогнестійкого кабелю типу JE-H(St)H FE180/PN30 2×1,0 мм<sup>2</sup>. Це гарантує збереження механічної та електричної цілісності ліній, а також безперебійну подачу напруги живлення в умовах прямого термічного впливу вогню протягом щонайменше 30 хвилин, що повністю покриває розрахунковий час евакуації людей з будівлі магазину. Такий системний підхід до проєктування та рівномірний розподіл засобів інформування повністю задовольняє технічні потреби об'єкта, забезпечує абсолютну відповідність проєктних рішень чинним вимогам ДБН В.2.5-56:2014 та гарантує високу ймовірність безпечного залишення будівлі людьми у разі виникнення надзвичайної ситуації.

### **3.4 Розрахунок джерела резервного живлення**

Для забезпечення безперебійної, стабільної та відмової стійкої роботи проєктованої адресно-аналогової інформаційної системи пожежної безпеки офісного центру за умов критичного вимкнення чи аварії основної силової мережі змінного струму напругою 220 В, проєктом передбачено інтеграцію вторинного джерела резервного автономного живлення.

Дане джерело складається з двох послідовно з'єднаних герметичних свинцево-кислотних АКБ номінальною напругою 12 В кожна (що в сумі

формує робочу шину живлення 24 В та місткістю 18 А·год. Акумулятори розміщуються безпосередньо у спеціалізованому відсіку корпусу ППКП «Tiras PRIME A».

Електротехнічний розрахунок необхідної ємності джерела резервного живлення (табл. 3.1) є обов'язковою умовою проектування і виконується на основі аналізу сумарних струмів споживання всіх активних периферійних пристроїв (сповіщувачів), засобів світлозвукового інформування та центрального обчислювального процесора ППКП у двох базових режимах експлуатації об'єкта: черговому режимі моніторингу та режимі фіксації пожежної тривоги. Електричні параметри та струми споживання складових елементів інформаційної системи безпеки зафіксовані у суворій відповідності до офіційної технічної документації компанії-виробника (ТОВ «Тірас-12»).

Таблиця 3.1 – Струм споживання обладнання

№ п/п	Найменування обладнання	Струм споживання в режимі очікування, мА	Струм споживання в режимі спрацювання, мА	Кількість, шт.	Загальний струм споживання	
					Режим очікування, мА	Режим спрацювання, мА
1	ППКП «Tiras PRIME	75	135	1	75	135
2	СПД-А Tiras	0,13	0,25	26	3,38	6,5
3	СПР-А Tiras	0,12	0,32	3	0,36	0,96
4	світловий показчик ОС-1 «ВИХІД»	-	35	6	-	210
5	світлозвуковий оповіщувач ОСЗ-1 «Тривога»	-	70	6	-	420
Всього					78,74	772,46

Відповідно до нормативних вимог розділу 9.4 ДБН В.2.5-56:2014, джерело живлення повинно гарантувати автономну роботу системи 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

Визначення чистої теоретичної розрахункової ємності здійснюється за формулою (3.1):

$$Q_{\text{розра}} = (I_{\text{сум.черг}} \cdot T_{\text{черг}}) + (I_{\text{сум.трив}} \cdot T_{\text{трив}}), \quad (3.1)$$

$$Q_{\text{розра}} = (78,74 \cdot 24) + (772,46 \cdot 0,5) = 2275,99 \text{ МА} \cdot \text{год},$$

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.

Для врахування процесів природного старіння батареї, деградації пластин та температурних коливань вводиться інженерний коефіцієнт експлуатаційного запасу. Фінальна необхідна ємність автономного живлення обчислюється за формулою (3.2):

$$Q_{\text{необх}} = (Q_{\text{розра}} \cdot k_{\text{зап}}) \quad (3.2)$$

$$Q_{\text{необх}} = (2275,99 \cdot 1,25) = 2844,99 \text{ МА} \cdot \text{год},$$

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

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

Мінімально необхідна ємність становить 2844,99 МА·год. Запроєктований комплект із двох послідовних АКБ місткістю 18 А·год повністю задовольняє нормативні вимоги, забезпечуючи надійний запас на випадок тривалих аварійних знеструмлень міста.

Такий значний інженерний профіцит місткості гарантує тривалу і стабільну працездатність інформаційної системи безпеки об'єкта навіть у разі масштабних та довготривалих аварійних вимкнень міської силової

електромережі (наприклад, під час блекаутів чи тривалих ремонтних робіт), забезпечуючи автономний моніторинг будівлі магазину протягом кількох діб.

З метою надійного з'єднання всіх елементів системи протипожежного захисту та з урахуванням архітектурно-планувальних особливостей трирівневої будівлі, було проведено детальний підрахунок специфікації кабельних ліній за розробленою в AutoCAD схемою розташування обладнання.

Згідно з отриманими результатами, для організації адресного кільцевого шлейфу сповіщувачів загальна потреба у сигнальному мідному кабелі з перерізом жил  $0,75 \text{ мм}^2$  типу КПВВ  $2 \times 0,75$  становить 150 метрів

Для побудови силових магістралей світлового та світлозвучового оповіщення (комутація ліній від релейного модуля M-OUT8R до 6 шт. табло ОС-1 та 6 шт сирен ОСЗ-1) загальна протяжність мідного вогнестійкого безгалогенного кабелю типу JE-H(St)H FE180/PH30  $2 \times 1,0$  складає 55 метрів.

Зазначені об'єми кабельної продукції вже враховують необхідний технологічний та нормативний інженерний запас (10 м), який витрачається на організацію вертикальних міжповерхових переходів крізь кабельні шахти, технологічні спуски від стелі до приладів ручного керування, радіуси вигинів при обході виступів будівельних конструкцій ригелів та колон, а також на монтажні підключення та кінцеве оброблення провідникових жил у клемних колодках обладнання «Tiras».

### **3.5 Особливості програмування складових інформаційної системи**

Програмне конфігурування проєктованої адресно-аналогової системи протипожежного захисту є фінальним етапом робіт, що визначає внутрішню логіку взаємодії апаратних компонентів та алгоритми керування виконавчими пристроями СОУЕ 2-го типу. Налаштування системи виконується з метою повної автоматизації процесів раннього виявлення пожежі, оптимізації трафіку в шлейфах та мінімізації ймовірності генерації хибних сигналів тривоги.

Конфігурування мікропроцесорного приладу «Tiras PRIME A» та периферійних пристроїв здійснюється у програмному середовищі «Tiras CONFIG» через локальне підключення ПК до ППКПА за допомогою інтерфейсу mini-USB. На початковому етапі налаштування запускається процедура автоматичного сканування кільцевих адресних шлейфів, під час якої прилад послідовно зчитує заводські серійні номери підключеної периферії та присвоює кожному компоненту унікальну логічну адресу для подальшого циклічного опитування.

Для забезпечення точної просторової локалізації вогнища загоряння внутрішній простір трирівневого магазину розділяється на три логічні зони контролю відповідно до поверховості об'єкта. До першої логічної зони відносяться 7 автоматичних сповіщувачів підвального поверху, до другої зони – 6 сповіщувачів торговельного залу та складу першого поверху, а до третьої зони – 13 сповіщувачів адміністративних кабінетів, коридору та сходових кліток другого поверху. При цьому адресні ручні сповіщувачі СПР-А інтегруються в систему з найвищим пріоритетом опитування. Для запобігання утворенню людських заторів на шляхах евакуації у матриці взаємодії налаштовано часову затримку тривалістю 45 секунд на активацію звукових оповіщувачів другого поверху, що дозволяє людям із підвалу та першого ярусу першочергово звільнити будівлю.

Створена конфігурація записується в енергонезалежну флешпам'ять мікроконтролера приладу, а її резервна копія зберігається на ПК. Наявність цього файлу дозволяє оперативно відновити працездатність системи у разі аварійної заміни плати ППКП, а також істотно спрощує процедури планового технічного обслуговування, тестування та модернізації обладнання.

### **3.6 Принцип роботи системи та організація евакуації людей**

Алгоритм функціонування проєктованої інформаційно-керуючої системи протипожежного захисту побудований на принципі безперервного,

автоматичного та детермінованого моніторингу стану оптичних камер сповіщувачів, внутрішніх параметрів периферійних модулів та фізичної цілісності ліній зв'язку.

При виникненні осередку загоряння на будь-якому з ярусів будівлі, відповідний точковий оптичний сповіщувач СПД-А фіксує появу первинних продуктів тління. Якщо амплітуда сигналу перевищує встановлений програмний поріг, центральний обчислювальний прилад, керуючись активованим алгоритмом верифікації типу В (відповідно до ДСТУ-Н SEN/TS 54-14), автоматично ініціює процедуру перезапиту. Для цього ППКПА на 5 секунд скидає напругу живлення в адресному шлейфі. Якщо після відновлення живлення протягом 60-секундного часового вікна датчик повторно підтверджує наявність диму, система остаточно реєструє режим «Пожежа». Цей режим також може бути миттєво активований вручну персоналом або відвідувачами в будь-який момент часу шляхом механічного натискання на кнопку одного з 3 адресних ручних сповіщувачів СПР-А, що встановлені на шляхах горизонтальної та вертикальної евакуації.

Після верифікації та переходу системи в режим тривоги, центральний процесор ППКПА «Tiras PRIME A» негайно надсилає цифрову команду по кільцевій лінії на адресний релейний модуль «M-OUT8R». Модуль здійснює фізичну комутацію внутрішніх силових реле, і напруга живлення 24 В по вогнестійких лініях кабелю JE-H(St)H FE180/PH30 подається на виконавчі пристрої COUE. Водночас через вбудований бездротовий комунікаційний модуль за допомогою захищеного VPN-каналу інформація про точні координати загоряння автоматично транслюється на пульт централізованого спостереження (ПЦС) ДСНС України для негайного виклику та виїзду рятувальних підрозділів.

Організація безпечної евакуації людей у трирівневій будівлі магазину з офісними приміщеннями має ряд специфічних інженерних особливостей, обумовлених потенційним масовим перебуванням відвідувачів у торговельних

залах та ускладненою геометрією підвального складу. Робота виконавчих засобів СОУЕ 2-го типу організована за наступним динамічним принципом:

– акустичний вплив: світлозвукові пожежні оповіщувачі ОСЗ-1 «Тривога» генерують потужний синусоїдальний сигнал частотою 2–4 кГц та силою звуку до 100 дБ, який миттєво привертає увагу людей, повністю нівелюючи акустичний шум працюючого торговельного та холодильного обладнання, і проникає крізь зачинені двері кабінетів адміністрації на другому поверсі;

– оптична орієнтація: паралельно з акустичним сигналом активується постійне яскраве свічення матриць світлових пожежних показників ОС-1 «ВИХІД». Це дозволяє людям чітко і безпомилково ідентифікувати просторове розміщення дверей основних та запасних евакуаційних виходів навіть в умовах первинного задимлення, зниження контрастності або за умов повного аварійного знеструмлення будівлі магазину;

– зонально-часовий алгоритм: для запобігання утворенню небезпечних людських заторів на сходових клітках, у логіці релейного модуля M-OUT8R реалізовано часовий розподіл: сповіщення у підвалі (зона 1) та торговельному залі (зона 2) запускається миттєво, а активація звукових сирен офісного другого поверху (зона 3) відбувається з розрахунковою затримкою у 45 секунд. Це забезпечує першочергове звільнення евакуаційних шляхів першого ярусу від масового скупчення покупців.

Організоване та безпечне переміщення людей здійснюється у суворій відповідності до розроблених графічних схем і планів евакуації. Це надійно захищає людей від впливу теплових потоків та перекриває поширення токсичних продуктів горіння на час, необхідний для повного залишення будівлі.

### **3.7 Тестування системи та аналіз результатів**

Приймально-здавальні випробування, верифікація алгоритмів та комплексний аналіз результатів розробки є фінальним детермінованим етапом

оцінки стійкості та ефективності прийнятих інженерних рішень. Оскільки безпосереднє натурне тестування апаратної частини на діючому об'єкті на етапі проєктування є обмеженим, оцінка працездатності розробленої інформаційної системи пожежної безпеки базується на методах математичного моделювання, аналізі паспортних технічних характеристик адресної елементної бази «Tiras Technologies», результатах проведених інженерних розрахунків та перевірці їх відповідності імперативним вимогам ДБН В.2.5-56:2014.

Аналіз параметрів запроєктованих кабельних ліній та топології трас дозволяє зробити висновок про високу експлуатаційну надійність підсистеми живлення та інформаційного обміну. Виходячи з інженерних розрахунків довжини кабельної продукції (140 метрів сигнального кабелю для шлейфу сповіщувачів та 50 метрів вогнестійкого кабелю для ліній оповіщення), електричні втрати напруги та загальний затухання сигналу на найвіддаленіших ділянках є мінімальними й не перевищують допустимі регламентом 1,6 В. Застосування мідного вогнестійкого безгалогенного кабелю JE-H(St)H FE180/PH30 2×1,0 мм<sup>2</sup> для комутації 6 світлозвукових сирен ОСЗ-1 та 6 світлових табло ОС-1 «ВИХІД» гарантує збереження функціональності ліній СОУЕ в умовах прямого термічного впливу відкритого вогню протягом щонайменше 30 хвилин. Цього часового інтервалу з надлишком достатньо для повної та безпечної евакуації людей з усіх трьох рівнів будівлі магазину.

Експертний аналіз топології адресного шлейфу підтверджує належний рівень живучості та відмововитривалості системи. Використання кільцевої структури підключення до інтерфейсів та приймально-контрольного приладу «Tiras PRIME A» разом із інтегрованими апаратними ізоляторами короткого замикання дозволяє стверджувати, що у разі виникнення аварійного розриву або механічного пошкодження кабелю КПВВ 2×0,75 мм<sup>2</sup> на будь-якому з поверхів, система повністю збереже свою функціональність. Мікропроцесор ППКПА автоматично локалізує дефектну ділянку шлейфу та миттєво перейде в режим двостороннього (радіального) опитування периферії, продовживши

стабільний цифровий обмін даними з усіма 26 автоматичними сповіщувачами СПД-А та 3 ручними точками СПР-А з обох боків кільця.

Аналіз цифрових алгоритмів роботи підсистеми раннього виявлення задимлення вказує на високу завадостійкість запроєктованого комплексу. Програмне забезпечення «Tiras CONFIG» дозволило реалізувати диференційований підхід до налаштування рівнів чутливості оптичних камер датчиків залежно від специфіки логічних зон (підвал, торговельний зал, офіси).

Впровадження програмного алгоритму подвійної верифікації тривоги (Тип В за ДСТУ) з автоматичним 5-секундним перезапиту стану сповіщувачів дозволяє зробити теоретичний висновок про практично повне виключення ризику генерації хибних сигналів тривоги через пил, дрібних комах або випадкові конвекційні потоки повітря від кліматичного обладнання магазину.

Оцінка швидкодії взаємодії елементів автоматики пожежного захисту підтверджує високу динаміку реагування інформаційної системи. При переході будь-якої з трьох логічних зон у режим підтверженої тривоги швидкість передачі цифрового пакета команди на адресний релейний модуль M-OUT8R становить менше 1 секунди. Це забезпечує миттєву фізичну комутацію ліній живлення та запуск розробленої покрокової матриці зонального сповіщення з урахуванням закладеної 45-секундної затримки для верхнього поверху, що гарантує своєчасне інформування відвідувачів.

Таким чином, на основі проведеного аналізу проєктних параметрів та технічного потенціалу елементної бази можна зробити підсумковий висновок, що розроблена в межах кваліфікаційної роботи адресна система пожежної сигналізації функціонує як єдиний, високонадійний інформаційно-керуючий комплекс.

Впроваджені інженерні, конструктивні та програмні рішення повністю відповідають чинній нормативно-правовій базі України (включаючи ДБН В.2.5-56:2014), забезпечують максимально раннє виявлення небезпечних факторів пожежі та створюють абсолютно безпечні умови для збереження життя людей і матеріальних цінностей об'єкта.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У кваліфікаційній роботі бакалавра успішно вирішено актуальну інженерно-технічну проблему проектування, розрахунку параметрів та програмно-апаратної інтеграції сучасної адресно-аналогової системи протипожежного захисту та оповіщення для трирівневої будівлі магазину з адміністративними приміщеннями. На основі опрацьованого науково-технічного матеріалу, виконаних електротехнічних розрахунків та аналізу проєктних рішень отримано такі підсумкові висновки:

1) за результатами аналізу архітектурно-планувальних особливостей та функціонального призначення об'єкта визначено специфіку горючого навантаження складського підвального поверху (пакувальні матеріали, тара, паперова продукція), торговельних залів (товари, текстиль, синтетичний пластик) та адміністративних кабінетів (оргтехніка, архівні документи, дерев'яні меблі). Доведено, що домінуючим небезпечним фактором пожежі на початковій стадії в усіх приміщеннях є інтенсивне виділення диму (аерозолі) внаслідок низькотемпературного тління целюлози та полімерів, що науково обґрунтувало доцільність застосування точкових димових оптико-електронних засобів виявлення;

2) на основі детального дослідження нормативно-правових вимог чинного законодавства України, зокрема ДБН В.2.5-56:2014 та ДБН В.1.1-7:2016, систематизовано базові інженерні критерії побудови протипожежного захисту громадських будівель. Визначено нормативні межі вогнестійкості розподільчих ліній зв'язку, вимоги до створення мінімального звукового тиску сирен (не менше 70 дБА у будь-якій точці перебування людей) та алгоритми обов'язкової автоматичної передачі сигналів тривоги на моніторингові пульти ДСНС;

3) у ході порівняльного аналізу сучасних технічних рішень пожежної сигналізації доведено абсолютну перевагу адресно-аналогової архітектури над застарілими неадресними (променевими) системами в умовах складної

планувальної структури об'єкта. Обґрунтовано вибір мікропроцесорного комплексу лінійки «Tiras PRIME A», який забезпечує точну адресну локалізацію місця виникнення осередку небезпеки та високу живучість шлейфів завдяки застосуванню ізоляторів короткого замикання;

4) на основі нормативного аналізу геометричних та експлуатаційних параметрів об'єкта обґрунтовано вибір 2-го типу системи оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей (COUE), який є оптимальним для поверховості та загальної площі даної будівлі магазину. Розроблено просторовий сценарій евакуації, що передбачає активацію світлозвукових сирен «Тривога» для ефективного акустичного інформування людей та світлових покажчиків «ВИХІД» для безперервної візуальної орієнтації людських потоків;

5) здійснено програмно-логічне зонування внутрішнього простору будівлі на три незалежні логічні зони контролю пожежної сигналізації (ЗКПС) відповідно до поверховості об'єкта. На основі розрахунку площ та нормативних радіусів захисту визначено оптимальні принципи просторового розміщення 26 автоматичних сповіщувачів СПД-А та 3 ручних сповіщувачів СПР-А (разом 29 адресних пристроїв у кільцевому шлейфі) з урахуванням висоти стелі та умов експлуатації;

6) розроблено структурну схему побудови системи пожежної сигналізації та алгоритми її міжсистемної інтеграції з виконавчими периферійними пристроями. Засобами інженерного програмного забезпечення «Tiras CONFIG» реалізовано логіку взаємодії центрального ППКП з адресним релейним модулем M-OUT8R. Налаштовано гнучку матрицю дій, яка забезпечує миттєву комутацію ліній живлення та подачу напруги на виконавчі пристрої оповіщення у разі підтвердження тривоги з реалізацією 45-секундної затримки для верхнього поверху з метою запобігання заторам;

7) у ході інженерного проектування виконано електротехнічний розрахунок параметрів джерела резервного автономного живлення та оцінено умови безперебійної роботи автоматики. Розраховано сумарні струми споживання обладнання в черговому режимі (78,74 мА) та режимі тривоги

(772,46 Ам), на основі чого математично доведено, що ємність запроєктованого комплексу з двох послідовних АКБ по 18 А·год повністю покриває вимоги ДБН В.2.5-56:2014 щодо автономної роботи протягом 24 годин у режимі моніторингу та 0,5 години у режимі пожежної тривоги з урахуванням коефіцієнта старіння батарей.

Для підвищення ефективності та експлуатаційної довговічності розробленої системи безпеки під час її практичного впровадження та подальшого використання рекомендується:

– кабельна інфраструктура: суворо дотримуватися просторового розділення слабкострумових та силових кабельних трас; використовувати для організації адресного кільцевого шлейфу сигналізації мідний кабель типу КПВВ 2×0,75 для запобігання згасанню цифрового сигналу та механічній деформації клемних колодок датчиків, а для розподільчих ліній живлення засобів оповіщення – виключно сертифікований вогнестійкий безгалогенний кабель JE-N(St)H FE180/PN30 2×1,0, що гарантує безперебійну роботу СОУЕ під дією відкритого вогню;

– резервування живлення: здійснювати щомісячний інструментальний контроль стану акумуляторних батарей шляхом штучного відключення автоматичного вимикача основної мережі 220 В з обов'язковим вимірюванням напруги під навантаженням для раннього виявлення процесів сульфатації та деградації свинцевих пластин;

– інтеграція з моніторинговими центрами: забезпечити стабільний безперебійний зв'язок вбудованого комунікаційного модуля ППКП з пультом централізованого спостереження оперативно-рятувальної служби ДСНС України для автоматичного виклику пожежних підрозділів без залучення людського фактору.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про Правила пожежної безпеки в Україні». URL: <https://surl.li/xbjlsu> (дата звернення: 04.01.2026).
2. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-06-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. 49 с.
3. 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.
4. ДСТУ EN 1838:2019. Світлотехніка. Освітлення евакуаційне. [Чинний від 2020-10-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 25 с.
5. Як обрати пожежну сигналізацію для бізнесу URL: <https://surl.li/imigwo> (дата звернення: 09.01.2026).
6. Структурний принцип побудови СОУЕ 2-го типу. URL: <https://surl.cc/gljhic> (дата звернення: 15.01.2026).
7. Прилад приймально-контрольний пожежний адресно-аналоговий Tiras PRIME A. Tiras Technologies. URL: <https://surl.li/xljfaz> (дата звернення: 02.01.2026).
8. Адресний димовий сповіщувач СПД-А Tiras URL: <https://surl.li/ugewjh> (дата звернення: 05.02.2026).
9. Адресно ручний пожежний сповіщувач СПР-А Tiras URL: <https://surl.li/jrwfse> (дата звернення: 10.01.2026).
10. Блок живлення БЖ1230. Tiras Technologies: офіційний сайт. URL: <https://tiras.technology/products/bzh1230/> (дата звернення: 15.01.2026).
11. Оповіщувач світлозвуковий Tiras ОСЗ-1 «Тривога». Гіпермаркет безпеки «Bezpeka-Shop». URL: <https://surl.li/zrjphr> (дата звернення: 15.05.2026).
12. Оповіщувач світловий Tiras ОС-1 «ВИХІД». URL: <https://surl.li/fogrcz> (дата звернення: 15.03.2026).

13. Модуль релейний адресний M-OUT8R. Tiras Technologies. URL: <https://surl.li/vetroq> (дата звернення: 22.03.2026).

14. Провід ШВВП 2x0.75 мм<sup>2</sup>. Інтернет-гіпермаркет «Епіцентр». URL: <https://surl.li/mahxum> (дата звернення: 08.04.2026).

15. Кабель вогнестійкий безгалогенний JE-H(St)H FE180/PH30 2x1,0 мм<sup>2</sup>. Київський кабельний завод «ЄВРОПАН». URL: <https://surl.cc/dybsqu> (дата звернення: 15.05.2026).

16. ДСТУ EN 54-2:2003. Системи пожежної сигналізації. Частина 2. Прилади приймально-контрольні пожежні (EN 54-2:1997, IDT). [Чинний від 2004-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ»т України, 2004. 46 с.

17. Інструкція з налаштування системи пожежної сигналізації «Tiras PRIME A» за допомогою ПЗ «Tiras CONFIG». URL: <https://lnk.ua/mB8aFLViV> (дата звернення: 15.02.2026).

18. ДСТУ-Н CEN/TS 54-14:2021. Системи пожежної сигналізації та оповіщення. Частина 14. Настанови щодо побудови, проектування, монтажу, налагоджування, експлуатування та технічного обслуговування (CEN/TS54-14:2020, IDT). [Чинний від 2022-01-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022. 98 с.

19. Паспорт та інструкція з експлуатації ППКП «Tiras PRIME A». URL: <https://surl.cc/nxequj> (дата звернення: 15.05.2026).

20. 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.