

Міністерство освіти і науки України
Державний університет «Житомирська політехніка»
Факультет інформаційно-комп'ютерних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії та кібербезпеки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до випускної кваліфікаційної роботи магістра
на тему: «Методи та технології організації системи
охорони приміщень: аналіз ефективності та розробка
системи оцінювання»

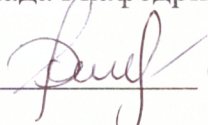
Виконав студент 2-го курсу групи КБм-23-1
спеціальності 125 «Кібербезпека та захист інформації»

 О.Ю. Пархомчук

Керівник доцент кафедри КІ та КБ, к.т.н. доцент

 В.М. Котенко

Рецензент Старший викладач кафедри КІ та КБ

 Є.М. Трокоз

Житомир – 2024

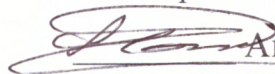
Державний університет «Житомирська політехніка»
Факультет інформаційно-комп'ютерних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії та кібербезпеки
Спеціальність 125 «Кібербезпека та захист інформації»
Освітня програма «Кібербезпека»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри комп'ютерної

інженерії та кібербезпеки

 Андрій Єфіменко

17 вересня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на випускню кваліфікаційну роботу магістра

Студент: Пархомчук Олександр Юрійович

Тема роботи: **«Методи та технології організації системи охорони приміщень:
аналіз ефективності та розробка системи оцінювання»**

затверджена Наказом університету від 17 вересня 2024 р. № 479/с

Термін здачі студентом закінченої роботи 24 грудня 2024 р.

Вихідні дані роботи (зазначається предмет і об'єкт дослідження):

1. Інтегрована система охорони приміщень;
2. Методи та формули оцінки ефективності систем охорони;
3. Порівняння показників систем охорони приміщень.

Обладнання та програмне забезпечення:

1. Приймально-контрольний пристрій (ППК) Orion NOVA 4;
2. Сповісвачі: димові, руху, розбиття скла, ручні пожежні;
3. Програмне забезпечення для управління ППК: oLoader II;
4. Текстовий редактор для підготовки документації Microsoft Word.

Консультанти з випускної кваліфікаційної роботи із зазначенням розділів, що їх стосуються

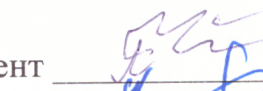
Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	О.А. Покотило	17.09.2024	17.09.2024
2	О.А. Покотило	12.10.2024	12.10.2024
3	О.А. Покотило	14.11.2024	14.11.2024

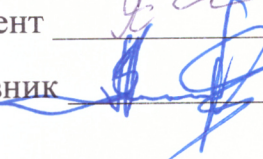
Студент  О.Ю. Пархомчук

Керівник  В.М. Котенко

Календарний план

№ з/п	Назви етапів випускної кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Постановка завдання	17.09.2024 – 22.09.2024	Виконано
2	Розробка плану роботи	23.09.2024 – 29.09.2024	Виконано
3	Аналіз літературних джерел та існуючих систем охорони приміщень	01.10.2024 – 05.10.2024	Виконано
4	Огляд існуючих методів оцінки систем	06.10.2024 – 13.10.2024	Виконано
5	Тестування побудованої системи	14.10.2024 – 21.10.2024	Виконано
6	Проведення аналізу роботи побудованої системи сигналізації	22.10.2024 – 26.10.2024	Виконано
7	Визначення ключових параметрів системи сигналізації	27.10.2024 – 04.11.2024	Виконано
8	Розробка формул оцінки ефективності	05.11.2024 – 10.11.2024	Виконано
9	Розрахунок ефективності побудованої системи сигналізації	11.11.2024 – 18.11.2024	Виконано
10	Аналіз економічних витрат системи	19.11.2024 – 22.11.2024	Виконано
12	Розробка рекомендацій	23.11.2024 – 02.12.2024	Виконано
13	Написання пояснювальної записки	03.12.2024 – 14.12.2024	Виконано
14	Захист	24.12.2024	Виконано

Студент  О.Ю. Пархомчук

Керівник  В.М. Котенко

АНОТАЦІЯ

Обсяг кваліфікаційної роботи склав 100 сторінок. У роботі наведено 35 рисунків, 12 таблиць та використано 28 літературних джерел.

Мета кваліфікаційної роботи – розробка системи оцінювання ефективності охоронних систем приміщень для підвищення рівня їх безпеки.

Об’єкт дослідження – системи охоронної і пожежної сигналізації.

Предмет дослідження – інтегрована система охоронно пожежної сигналізації на основі ППК Orion NOVA 4.

У роботі визначено ключові параметри для оцінювання ефективності охоронних систем, розроблено формули для об’єктивного аналізу технічних, функціональних та економічних показників. Проведено розрахунки та аналіз ефективності запропонованих формул на основі даних реальної системи охорони. Наводяться результати тестування розроблених формул, обґрунтовується їх доцільність і універсальність для застосування в охоронних системах різного рівня складності.

Ключові слова: ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС, ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА, ОХОРОННА СИГНАЛІЗАЦІЯ, ПОЖЕЖНА СИГНАЛІЗАЦІЯ, ДАТЧИКИ ВИЯВЛЕННЯ.

ANNOTATION

The volume of qualification work was 100 pages. The work contains 35 figures, 12 tables and used 28 literary sources.

The purpose of the qualification work is to develop a system for assessing the effectiveness of security systems of premises to improve their safety.

The object of the study is security and fire alarm systems.

The subject of the study is the integrated fire alarm system based on the Orion NOVA 4 control panel.

The paper identifies key parameters for assessing the effectiveness of security systems, developed formulas for objective analysis of technical, functional and economic indicators. Calculations and analysis of the effectiveness of the proposed formulas were carried out on the basis of data from the real security system. The results of testing the developed formulas are given, their feasibility and universality for use in security systems of various levels of complexity are justified.

Keywords: SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX, INTEGRATED SYSTEM, SECURITY ALARM, FIRE ALARM, DETECTION SENSORS.

ЗМІСТ

ЗМІСТ	6
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	8
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СИСТЕМ ОХОРОНИ ПРИМІЩЕНЬ ТА ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЇХ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	11
1.1 Актуальність теми кваліфікаційної роботи	11
1.2 Огляд сучасних охоронних та сигналізаційних систем	12
1.3 Аналіз вимог до охоронних систем приміщень та показників ефективності	15
1.4 Аналіз існуючих методів і моделей для розрахунку (оцінки) ефективності охоронних систем.....	19
Висновки до першого розділу.....	21
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ПРИМІЩЕНЬ.....	22
2.1 Аналіз функціональних можливостей і технічні характеристики елементів системи охоронного і пожежного сповіщення	22
2.2 Розробка структурної схеми охоронної системи приміщень	38
2.3 Оцінка технічних та функціональних можливостей запропонованої схеми	40
2.4 Розробка та налаштування функціональної схеми електричної макета стенда інтегрованої системи охорони.....	43
2.5 Результати експериментальних досліджень макету стенда інтегрованої системи охоронно-пожежної сигналізації	59
Висновки до другого розділу	63
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ПРИМІЩЕНЬ	65
3.1 Визначення ключових параметрів для оцінки ефективності охоронної системи.....	65
3.2 Розробка формул оцінки ефективності системи охорони з урахуванням функціональних показників	68

3.3 Розрахунок ефективності розробленої системи охорони за запропонованими формулами.....	77
Висновки до третього розділу	82
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОЗРОБЛЕНОЇ СИСТЕМИ.....	84
4.1 Аналіз витрат на розробку та впровадження системи.	84
4.2 Розрахунок окупності та економічної вигоди для організацій:	86
4.3 Аналіз результатів і оцінка недоліків системи	90
4.4 Рекомендації з покращення й оптимізації охоронної системи на основі досліджень	92
Висновки до четвертого розділу.....	94
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	98
ДОДАТКИ.....	Ошибка! Закладка не определена.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ДВВ – датчик відкриття вікон

ДВД – датчик відкриття дверей

ДР – датчик руху

ДРС – датчик розбиття скла

ІБ – інформаційна безпека

ІСБ – інтегрована система безпеки

НПЖ – набір протипожежний

НСД – несанкціонований доступ

ОІД – об’єкт інформаційної діяльності

КСЗ – комплексна система захисту

ПЗ – програмне забезпечення

ПК – пристрої керування

ППК – прилад приймально-контрольний

ППКП – прилад приймально-контрольний пожежний

СВС – система відеоспостереження

СПД – сповіщувач пожежний димовий

СПР – сповіщувач ручний пожежний

СПТ – сповіщувач пожежний тепловий

ВСТУП

У сучасних умовах, коли забезпечення безпеки об'єктів та приміщень стає ключовою задачею, розробка ефективних методів і технологій організації систем охорони відіграє надзвичайно важливу роль. Зростаючі ризики та загрози, пов'язані з безпекою будівель, офісів та інших об'єктів, вимагають впровадження комплексних систем, що забезпечують надійний контроль за станом приміщень і своєчасне реагування на потенційні загрози.

Інтегровані системи охорони приміщень, що об'єднують різні підсистеми, такі як охоронна сигналізація, системи контролю доступу та відеоспостереження, сьогодні є найбільш перспективними. Вони дозволяють централізувати управління, моніторинг і обробку інформації, що значно підвищує ефективність і знижує витрати на впровадження та підтримку систем безпеки. Такі системи забезпечують можливість автоматичного аналізу даних, що підвищує рівень захисту об'єктів і дозволяє своєчасно реагувати на загрози.

Актуальність дослідження полягає в необхідності розробки методів оцінювання ефективності охоронних систем охорони, які враховують технічні, функціональні та економічні аспекти. Завдяки об'єктивній оцінці, користувачі зможуть обирати найбільш оптимальні варіанти впровадження систем охорони, які відповідатимуть їхнім потребам.

Важливою частиною роботи є розробка методів оцінювання ефективності охоронних систем, виявлення недоліків і складання рекомендацій для їх усунення.

Основні завдання, що ставляться в рамках кваліфікаційної роботи, включають:

- аналіз сучасних технологій та методів організації систем охорони приміщень;
- розробку власної методики оцінювання, що враховує індивідуальні потреби користувачів і специфіку об'єктів;

- впровадження формул і моделей, які дозволять проводити об'єктивний розрахунок ефективності;
- аналіз економічного стану побудованої системи охорони;
- складення рекомендацій щодо оптимізації систем на основі отриманих результатів.

Метою даної роботи є розробка формул та систем оцінювання ефективності охоронних систем приміщень, що сприятиме забезпеченню високого рівня безпеки об'єктів та оптимізує витрати на їх запровадження.

Результати, отримані в ході дослідження, можуть бути використані для оптимізації існуючих систем безпеки, а також у навчальному процесі для підвищення рівня підготовки спеціалістів з безпеки. Вони стануть основою для створення рекомендацій і навчальних матеріалів, що сприятимуть впровадженню сучасних методик та технологій оцінювання в професійну та освітню сферу.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СИСТЕМ ОХОРОНИ ПРИМІЩЕНЬ ТА ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЇХ ЕФЕКТИВНОСТІ

1.1 Актуальність теми кваліфікаційної роботи

Актуальність кваліфікаційної роботи, полягає в необхідності впровадження ефективних методів та технологій організації системи охорони в умовах сучасних загроз безпеці. З розвитком цифрових технологій та збільшенням кількості потенційних ризиків, які можуть загрожувати безпеці об'єктів, виникає потреба в інтегрованих, надійних та економічно вигідних системах охорони, здатних забезпечити не лише захист майна, але й збереження життя людей.

На сьогоднішній день ринок систем охорони насичений різноманітними технологічними рішеннями, які включають пристрої контролю доступу, датчики виявлення загроз та системи сповіщення. Проте, зважаючи на зростаючі вимоги до ефективності та економічності, виникає необхідність об'єднання різних технологій в одну комплексну систему, яка могла б одночасно забезпечувати контроль за станом приміщень, виявлення загроз та своєчасне сповіщення персоналу про небезпеку.

Важливим аспектом кваліфікаційної роботи є розробка системи оцінювання ефективності таких систем, яка б дозволила точно оцінити їхню продуктивність та визначити економічну доцільність застосування того чи іншого технологічного рішення. Зокрема, найбільш витратним елементом у будь-якій системі охорони є прийомно-контрольні пристрої (ППК), які відповідають за збір інформації та управління датчиками. Оптимізація цих пристроїв, а також зменшення кількості окремих компонентів системи, дозволить суттєво знизити витрати на впровадження охоронної системи, особливо для невеликих об'єктів, таких як офіси.

Актуальним завданням є створення інтегрованої системи охорони, що поєднує різні види датчиків і прийомно-контрольні пристрої, з можливістю програмного налаштування їх під конкретні умови використання. Це дозволить не лише знизити вартість установки охоронних систем, але й забезпечить їх більшу гнучкість та адаптивність до змін у вимогах безпеки.

Для перевірки та вдосконалення технічних рішень у цій галузі пропонується тестування запропонованих формул і методик оцінки охоронних систем на розробленому навчальному стенді, що імітуватиме роботу комплексної системи охорони приміщень. Це дозволить не лише оцінити працездатність та ефективність розроблених методів оцінки, але й виявити потенційні недоліки, запропонувати їх усунення, а також сформувати практичні рекомендації для впровадження охоронних систем у різних умовах.

Таким чином, дослідження, спрямоване на розробку ефективних методів організації системи охорони приміщень, є важливим як з наукової, так і з практичної точки зору. Це сприятиме підвищенню рівня безпеки об'єктів та підготовці висококваліфікованих фахівців у цій галузі, а також популяризації сучасних технологій серед широкого кола користувачів.

1.2 Огляд сучасних охоронних та сигналізаційних систем

У сучасному світі забезпечення безпеки є однією з найважливіших задач для будь-якого підприємства або установи. Охоронні і пожежні системи захисту відіграють ключову роль у забезпеченні безпеки приміщень, об'єктів та людей. Ефективна система захисту від ризиків, таких як несанкціонований доступ, крадіжки або пожежі, може запобігти негативним наслідкам і зберегти життя та майно. У даному розділі проведено аналіз існуючих охоронних і пожежних систем захисту з метою порівняння їх характеристик та виявлення переваг і недоліків. Це дозволить зробити об'єктивний порівняльний аналіз та вибрати найбільш ефективну систему безпеки.

Honeywell Enterprise Buildings Integrator - це інтегрована система, яка поєднує в собі керування доступом, відеоспостереження та пожежну сигналізацію **[9]**.

Переваги: Широкі можливості інтеграції з різними системами безпеки та управління будівлею. Гнучкість у налаштуванні та конфігурації системи під потреби користувача. Можливість централізованого моніторингу та керування всіма компонентами безпеки.

Недоліки: Висока вартість встановлення та налаштування. Вимагає кваліфікованих фахівців для ефективної роботи системи.

Siemens Desigo CC - це інтегрована система керування безпекою, що об'єднує в собі відеоспостереження, контроль доступу, пожежну сигналізацію та сповіщувачі **[10]**.

Переваги: Висока масштабованість системи, що дозволяє використовувати її у будівлях різних розмірів та комплексах. Легкість у використанні та налаштуванні через зручний інтерфейс користувача. Можливість інтеграції з іншими системами управління будівлею.

Недоліки: Обмежені можливості аналітики в порівнянні з окремими спеціалізованими системами. Потребує підтримки від фахівців Siemens для налаштування та розширення системи.

Johnson Controls Metasys - це інтегрована система керування приміщеннями, яка включає контроль доступу, відеоспостереження, пожежну сигналізацію та сповіщувачі **[15]**.

Переваги: Широкі можливості інтеграції з іншими системами керування та енергоефективності. Зручний моніторинг та керування через централізований інтерфейс. Розширені можливості аналітики та звітності.

Недоліки: Вимагає підтримки від фахівців для розгортання та оптимального налаштування системи. Вартість системи може бути високою, особливо для великих комплексів.

Ajax є виробником, безпроводних охоронних систем, які включають в себе датчики руху, датчики відкриття дверей/вікон, відеокамери та пожежні сповіщувачі [12].

Переваги: Простота встановлення та налаштування системи без необхідності прокладання дротів для з'єднання. Висока якість безпроводного зв'язку та довгий термін роботи акумуляторів. Широкий вибір додаткових аксесуарів та можливостей розширення системи.

Недоліки: Вимагає наявності стабільного інтернет-з'єднання для моніторингу та керування системою. Деякі функції, такі як запис відео, доступні лише з використанням платної підписки на розширені послуги.

Hikvision є відомим виробником систем відеоспостереження, включаючи IP-камери, NVR (Network Video Recorder), аналогові камери [14].

Переваги: Висока якість відеозапису та зображення з великою роздільною здатністю. Широкий вибір моделей камер з різними характеристиками (наприклад, мегапіксельність, об'єктиви, вбудовані функції). Розширені функціональні можливості, такі як розпізнавання обличч, аналітика руху та інтелектуальне виявлення подій. Підтримка мобільних додатків для віддаленого керування системою.

Недоліки: Вимагає професійної установки та налаштування системи. Деякі функції та функціонал можуть бути доступні лише за додаткову плату або з використанням спеціального програмного забезпечення.

Tiras спеціалізується на розробці та виробництві систем безпеки, включаючи охоронні сигналізаційні системи, контроль доступу, відеоспостереження [13].

Переваги: Висока надійність та стабільність роботи системи безпеки. Широкий вибір моделей та функцій, що дозволяє підібрати оптимальне рішення для конкретних потреб користувача. Підтримка багатьох протоколів зв'язку для інтеграції з іншими системами безпеки.

Недоліки: Вимагає проведення професійної установки та налаштування системи. Вартість системи може бути вищою в порівнянні з деякими іншими виробниками.

Кожна з цих систем має свої переваги та недоліки. При виборі системи безпеки для невеликих офісів а також для проектування лабораторного стенда навчальної лабораторії рекомендується звернути увагу на такі фактори:

Бюджет: вартість системи та її компонентів.

Функціональність: наявність необхідних функцій для задоволення потреб безпеки.

Інсталяція та обслуговування: складність установки та налаштування системи.

Надійність: стабільність та надійність роботи системи.

1.3 Аналіз вимог до охоронних систем приміщень та показників ефективності

Основними елементами охоронної системи є технічні засоби тривожної сигналізації. Узагальнена схема системи тривожної сигналізації, зображена на рисунку 1.

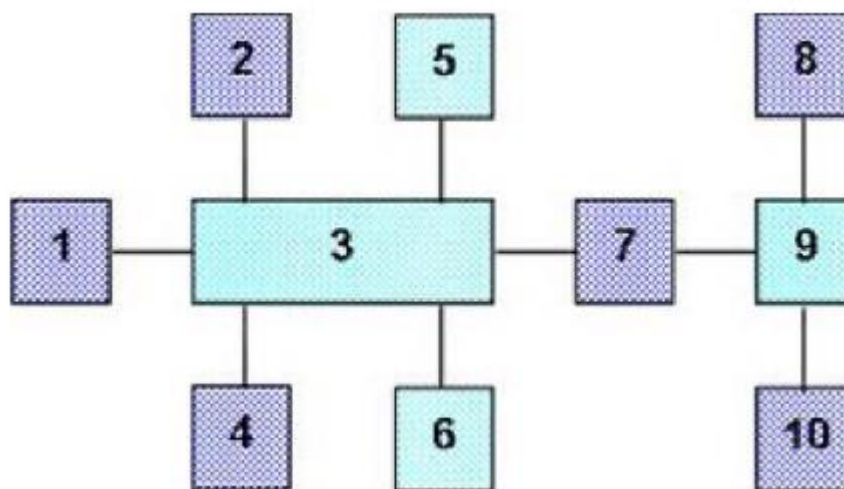


Рис. 1 структура системи тривожної сигналізації

На схемі показано: сповіщувач (1); світловий і (або) звуковий оповіщувач (2, 8); установка управління (3); блок живлення (4, 10); пристрій керування (5); програмований вхідний пристрій (6); сигнальний інтерфейс (7); централізоване управління (9).

Сповіщувач у системі охоронної сигналізації – це пристрій, що активується при виявленні загрози. Він може бути автоматичним, якщо здатний самостійно реагувати на спроби проникнення та фізичний вплив, або ручним. Сповіщувач є автономним елементом, що виконує самостійні функції в системі сигналізації.

Класифікація охоронних сповіщувачів, відповідно до нормативних документів, включає такі категорії:

- тип зони виявлення;
- принцип дії;
- тип охоронюваного об'єкта;
- режим функціонування;
- спосіб електроживлення.

Приймально-контрольні прилади (ПКП) – це засоби контролю і реєстрації інформації, призначені для збору інформації від сповіщувачів, аналізу ситуації на об'єкті, передачі повідомлень на пульт спостереження та керування оповіщувачами. Узагальнена схема приладу малої інформаційної ємності представлена на рисунку 2.

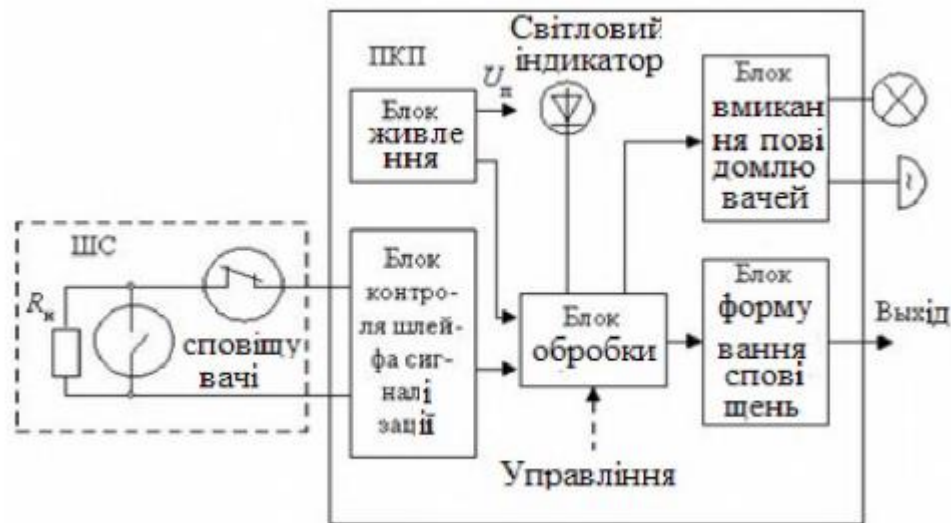


Рис.2 Узагальнена схема приладу малої інформаційної ємності

ПКП забезпечує світлову та звукову індикацію, що включає:

- стан шлейфів;
- режим роботи приладу;
- наявність основного живлення;
- справність резервного живлення.

Блок включення сповісчувачів керує звуковими і світловими сигналами. Для автономних ПКП можливо об'єднання світлових і звукових сповісчувачів. Блок формування повідомлень забезпечує передачу стану об'єкту на центральний пульт спостереження. Необхідний також блок живлення, що забезпечує функціонування всіх елементів приладу.

ПКП для локальної охорони повинні підтримувати підключення принтера, комп'ютера або іншого пристрою для можливості протоколювання подій. У випадку централізованої охорони можуть використовуватись виносні елементи контролю ПКП, такі як світловий індикатор та датчик контролю наряду.

Ефективність охоронних засобів на об'єктах різної форми власності залежить від таких чинників:

- витрати на технічні засоби охорони та їх експлуатацію;

- надійність апаратури;
- будівельні характеристики об'єкта;
- соціальні чинники.

Техніко-економічне обґрунтування передбачає вибір оптимальної структури охоронної системи з урахуванням витрат на обладнання та можливого збитку від крадіжок.

Особливостями проектування охоронної сигналізації є:

- надійність і завадостійкість функціональних частин, щоб забезпечити високий рівень безпеки;
- пріоритетність інформації, що стосується безпеки людей;
- реагування на сигнали тривоги відповідними службами.

Аналіз вимог до програмно-апаратного комплексу охоронно-пожежної сигналізації навчальної лабораторії дозволяє визначити ключові функціональні і технічні вимоги до системи.

Основні вимоги:

- безпека: виявлення пожежних загроз і несанкціонованого доступу;
- сповіщення: надійне інформування про небезпеку;
- моніторинг і керування: централізований моніторинг і віддалене керування;
- порушення безпеки: виявлення диму, вогню, підвищення температури та несанкціонованого проникнення;
- інтеграція і сумісність: забезпечення сумісності з іншими системами;
- надійність: висока стабільність роботи і можливість швидкого відновлення після збоїв;
- енергоефективність: оптимізація енергоспоживання.

1.4 Аналіз існуючих методів і моделей для розрахунку (оцінки) ефективності охоронних систем

Існуючі методи оцінки ефективності комплексних систем захисту (КСЗ) пропонують різні підходи для аналізу та забезпечення захищеності інформаційних систем. Нижче наведено основні підходи, що використовуються в оцінці ефективності КСЗ, а також їхні особливості, переваги та недоліки.

Статистичний

Підхід ґрунтується на статистичній обробці даних для визначення середнього часу виникнення загроз. Завдяки збору та аналізу даних про частоту та час виникнення інцидентів безпеки, можна отримати об'єктивну оцінку вразливостей системи. Однак, статистичний підхід може бути недостатньо ефективним у випадках, коли дані є неповними або некоректними.

Частотний

Частотний підхід передбачає аналіз частоти виникнення загроз і визначення очікуваного збитку від них. Він дозволяє оцінити, наскільки часто відбуваються певні загрози, і допомагає у визначенні пріоритетів захисту. Проте цей підхід є менш ефективний для оцінки рідкісних або непередбачуваних загроз, де статистичних даних є недостатньо.

Експертний

У цьому підході рівень захищеності системи оцінюється через аналіз важливості характеристик системи за допомогою експертів. Важливі характеристики визначаються суб'єктивно, що дозволяє отримати оцінку навіть за відсутності статистичних даних. Однак, результати можуть бути упередженими та залежати від кваліфікації експертів, тому рекомендується поєднувати цей підхід з іншими методами для підвищення точності оцінки.

Метод мінімізації ризиків

Цей метод передбачає розрахунок економічного ефекту від управління ризиками на основі вигод і втрат. Основна мета – мінімізувати потенційні

ризиків, враховуючи їхню економічну доцільність. Такий підхід ефективний для управління ресурсами, але його застосування ускладнюється для оцінки нематеріальних ризиків, або ризиків які важко оцінити у грошовому еквіваленті.

Матричний

Підхід описує систему захисту через множину суб'єктів, об'єктів і прав доступу, що дозволяє створити модель захисту і врахувати взаємодії між елементами. Підхід добре підходить для структурованих систем, але може бути надто спрощеним для складних і динамічних середовищ.

Оптимізаційний

Оптимізаційний підхід включає використання дискретного програмування для максимізації цільової функції ефективності КСЗ. Метою є досягнення максимальної захищеності при оптимальному використанні ресурсів. Цей підхід є ефективним для обмежених ресурсів, але складний у реалізації та потребує значних обчислювальних ресурсів.

Кожен із розглянутих підходів має свої переваги та недоліки. Статистичний, ймовірнісний та частотний підходи є ефективними для кількісної оцінки ризиків і можливих загроз, однак вони часто потребують наявності повної та достовірної інформації, що може бути недоступним. Експертне оцінювання є гнучким, але суб'єктивним. Матричний підхід добре працює для структурованих систем, але може не враховувати складності в інтегрованих середовищах.

Аналіз існуючих методів та моделей для оцінки ефективності охоронних систем показує, що жоден із підходів не є універсальним. Оптимальним рішенням є використання комбінації декількох методів для забезпечення комплексного підходу до оцінки ефективності КСЗ, що дозволить врахувати всі можливі аспекти захищеності системи.

Висновки до першого розділу

Обґрунтовано актуальність кваліфікаційної роботи, що полягає у розробці нових підходів до оцінки ефективності охоронних систем, які враховують економічні аспекти та можливість адаптації під індивідуальні вимоги користувачів. Це дозволить забезпечити більш точну оцінку надійності та ефективності системи та сприятиме прийняттю обґрунтованих рішень при виборі або модернізації охоронних систем.

Проведено порівняльний аналіз сучасних охоронних систем, що дозволило визначити ключові переваги та недоліки різних підходів до їхньої організації. Особливу увагу приділено системам, які поєднують різні технології, зокрема сигналізацію, контроль доступу та відеоспостереження. Це підкреслює важливість інтеграції компонентів для створення єдиної, комплексної системи.

Встановлено, що ефективність охоронної системи залежить від таких факторів, як швидкість реагування, масштабованість, стійкість до зовнішніх впливів, надійність та економічна доцільність. Проаналізовано існуючі методи оцінки ефективності систем охорони, зокрема статистичний, ймовірнісний, частотний та експертний підходи та визначено їхні недоліки у застосуванні.

Таким чином, розробка системи оцінювання ефективності охоронних систем приміщень є важливим кроком для підвищення рівня безпеки та захисту об'єктів. Актуальність теми обумовлена необхідністю проведення точного аналізу, оптимізації витрат та адаптації охоронних систем до сучасних вимог і загроз.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ПРИМІЩЕНЬ

2.1 Аналіз функціональних можливостей і технічні характеристики елементів системи охоронного і пожежного сповіщення

Аналіз ринку вітчизняних виробників засобів охоронних та пожежних систем лхорони показав, що провідне місце на цьому ринку займає TIRAS Technologies- українська компанія, що розробляє та виготовляє професійні системи безпеки розташована у м. Вінниця [12].

Виробництво фірми TIRAS Technologies спрямоване на виготовлення та реалізацію наступних технічних рішень:

- дротові охоронні системи;
- бездротові охоронні системи;
- адресні протипожежні системи;
- не адресні протипожежні системи;
- моніторинг.

Таким чином, фірма TIRAS Technologies виготовляє весь спектр продукції охоронних та пожежних систем.

При розробці комплексної системи охоронно-пожежної сигналізації за основу був вибраний ППК Orion NOVA 4. Вибір цього ППК обумовлено не високою ціною. Станом на 10.12.2024 р. його середня ціна складає 5585 грн. Цей ППК має чотири шлейфи сигналізації, що можуть бути налаштовані на різні режими роботи з допомогою програмного забезпечення. Цей ППК, з вбудованою можливістю розширення зон при необхідності, повністю задовольняє потреби в реалізації охоронної та пожежної сигналізації невеликого офісу. І на останок вказаний ППК є в наявності на кафедрі університету.

Зовнішній вигляд ППК Orion NOVA 4 показаний на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 - Пристрій прийомо контрольний Orion NOVA 4

ППК призначений для побудови автономної або пультової системи охорони з функціями керування автоматикою. Відповідно до вимог об'єкту, що охороняється, до ППК під'єднуються провідні та/або безпроводні сповіщувачі, оповіщувачі, модулі розширення та пристрої ідентифікації доступу [15].

Керування системою може здійснюватися з локальних пристроїв ідентифікації доступу (клавіатури, зчитувачі ключів Touch Memory (далі – ТМ), радіобрелки) та дистанційно, через мережу internet, при використанні мобільного застосунку Control NOVA II.

ППК може передавати інформацію про стан системи на ПЦС, мобільний застосунок Control NOVA II, SMS-повідомленнями та дзвінком на вказані номери телефонів.

ППК призначений для безперервної роботи в приміщеннях з регульованими кліматичними умовами при відсутності прямого впливу кліматичних факторів зовнішнього середовища.

До складу системи входять ППК, модулі розширення та індикації, клавіатури та модулі зв'язку.

ППК.

На платі ППК наявні клеми для підключення сповіщувачів, клавіатур та модулів, що працюють по інтерфейсу RS-485, зчитувачів ключів ТМ, оповіщувача. Для керування зовнішніми пристроями передбачено два релейні виходи та два виходи для підключення виносних світлодіодів. В корпусі ППК передбачене місце для встановлення АКБ ємністю 7 або 9 А·год, що слугує резервним джерелом живлення при відсутності основного – мережі 220В.

Модулі розширення та індикації.

M-Z – модуль розширення, який призначений для додаткового підключення восьми шлейфів сигналізації до ППК «Оріон NOVA 4 або до модуля M-ZP box. Модуль встановлюється в роз'єм XS1 на платі ППК або 4XS1 на платі модуля M-ZP box. До ППК, через інтерфейс RS-485, можна підключити до 8 модулів: M-Z box, M-ZP box, M-OUT8R та P-IND32. Обмін між ППК та модулями відбувається у зашифрованому вигляді. Захист від підміни компонента забезпечується унікальним серійним номером.

M-Z box – модуль розширення, який надає можливість підключити 8 зон. Розташований в пластиковому корпусі та живиться від ППК або додаткового блоку живлення.

M-ZP box – модуль розширення, який надає можливість підключити 8 зон (16 зі встановленим модулем M-Z). Має клеми для підключення зчитувачів ключів ТМ, двох виносних світлодіодів, оповіщувача, чотири клеми транзисторних виходів та роз'єм для підключення модуля M-Z. Модуль живиться від мережі змінного струму з напругою 220 В. Чотири транзисторних виходи модуля призначені для керування зовнішніми пристроями. Модуль M-ZP box має місце під встановлення АКБ 7 або 9 А·год та може

використовуватись як додаткове безперебійне джерело живлення зовнішніх пристроїв системи, для чого призначені виходи +12V та POUT із максимальним сумарним струмом навантаження 350 мА.

M-OUT8R – модуль розширення, який додає в систему 8 релейних виходів («сухі контакти»), які можуть комутувати напругу 220В при силі струму 5А. Модуль живиться від ППК або додаткового БЖ.

P-IND32 – виносна панель індикації, яка може відображати на світлодіодних індикаторах стан 32-х зон або груп (в залежності від обраного режиму роботи), а також формувати звуковий сигнал при виникненні тривоги.

Клавіатури.

Клавіатури призначені для керування станом системи та підключеної автоматики. ППК підтримує роботу з клавіатурами: K-LED4, K-LED8, K-LED16 (далі клавіатури K-LED), K-LCD, K-GLCD. Максимальна кількість клавіатур, що підтримуються ППК – 4. Всі клавіатури підключаються через інтерфейс RS-485 (до клем ППК А1, В1). Обмін даними між ППК та клавіатурами відбувається у шифрованому вигляді. Захист від підміни клавіатури забезпечується унікальним серійним номером. Короткий опис характеристик клавіатур приведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Короткий опис характеристик клавіатур

	K-LED4	K-LED8	K-LED16	K-LCD	K-GLCD
Наявність дисплею	✗	✗	✗	✓	✓
Індикатори стану зон/груп	4	8	16	✗	✗
Індикатори стану системи	✓	✓	✓	✓	✓
Можливість підключення двох зон до клавіатури	✗	✓	✓	✓	✓
Транзисторний вихід	✗	✓	✓	✓	✓
Можливість підключення зчитувачів ТМ	✗	✓	✓	✓	✗
Тип кнопок	механічні	механічні	механічні	сенсорні	сенсорні
Додаткові можливості	✗	✗	✗	✗	Функція розумної підсвітки

Модулі зв'язку.

Для забезпечення двостороннього зв'язку ППК з ПЦС та сервісом Tiras CLOUD II призначені наступні модулі зв'язку:

M-NET – забезпечує роботу ППК через мережу Ethernet, потребує підключення до локальної мережі через фізичний інтерфейс RJ-45.

GSM – забезпечує роботу ППК через мережу GSM (GPRS) по технології 2G. Модуль надає можливість передачі SMS-повідомлень та здійснення контрольного дзвінка на мобільні телефони користувачів. Модуль вбудований в плату ППК та має антену в комплекті.

Технічні характеристики ППК наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Технічні характеристики ППК

№	Найменування параметру	Значення
1.	Кількість зон на платі ППК, од.:	
	– «Оріон Nova 4/4i»	4
	– «Оріон Nova 8/8i»	8
	– «Оріон Nova 16/16i»	16
2.	Максимальна кількість зон в системі, од.	64*
3.	Кількість керованих виходів на платі ППК/максимально в системі, од.	6/ до 32*
4.	Кількість клавіатур в системі, не більше	4
5.	Кількість модулів розширення в системі(інтерфейс RS-485), не більше	8
6.	Ємність журналу подій ППК, од.	2000
7.	Протоколи роботи ППК з ПЦС:	
	– «Оріон Nova 4/8/16»	NOVA
	– «Оріон Nova 4i/8i/16i»	Інтеграл-FIRE
8.	Основне джерело живлення, напруга/частота	220 В (+22 В, -33 В)/ 50 Гц ± 1
9.	Споживна потужність (без врахування зовнішніх сповіщувачів та оповіщувачів), ВА, не більше	
	– «Оріон Nova 4/4i»	15
	– «Оріон Nova 8/8i»	20
	– «Оріон Nova 16/16i»	25

10.	Напруга на виходах +12V, POUT, SIR, В	10,5...14,0
11.	Напруга на клеммах АКБ, необхідна для забезпечення роботи ППК, В	10,7...13,9
12.	Час роботи ППК від повністю зарядженого АКБ ємністю 7 А-год(без врахування споживання зовнішніх сповіщувачів та оповіщувачів, без додаткових модулів та клавіатур), год, не менше:	12
13.	Значення напруги на клеммах АКБ, при якому видається сповіщення про розряд АКБ, В	11,5±0,2
14.	Значення напруги на клеммах АКБ, при якому відбувається відключення ППК від АКБ, В	10,5±0,2
15.	Час повного відновлення заряду АКБ, год, не більше	36
16.	Струм, що споживається від АКБ, мА, не більше:	
	16.1 ППК(без врахування споживання зовнішніх сповіщувачів та оповіщувачів, без додаткових пристроїв та клавіатур)	200
	16.2 Модуль M-Z box	60
	16.3 Модуль M-OUT 8R	280
	16.4 Панель P-IND 32	80
	16.5 Клавіатура K-LCD	60
	16.6 Клавіатура K-GLCD	100
	16.7 Клавіатури K-LED	40
	16.8 Модуль зв'язку M-NET	80
17.	Час доставки сповіщення на ППС по каналах Ethernet/GPRS, секунд, не більше	20
18.	Параметри ШС:	
	18.1 Максимальний опір ШС, Ом, не більше	470
	18.2 Тривалість порушення ШС, при якій формується тривожне сповіщення, мс, і більше	400
	18.3 Опір кінцевого резистора потужністю 0,5 Вт, кОм	3±1%
	18.4 Величина напруги в ШС в черговому режимі, В	8...12
	18.5 Величина струму в ШС в черговому режимі, мА	2,2...5
19.	Параметри комутації релейних виходів ППК: – струм що комутується, А – напруга постійного струму комутації, В – напругу змінного струму комутації, В	3 24 36
20.	Загальна довжина ліній зв'язку(відстань між кінцевими резисторами) з модулями та клавіатурами для мідного звитого кабелю з хвильовим опором 100-200 Ом, діаметром 0,51 мм ² , погонною ємністю 40-100 пФ/м, м, не більше	1000
21.	Площа перерізу дроту для підключення до клемних з'єднувачів ППК, мм ²	0,2...1,5

22.	Час технічної готовності, секунд не більше	10
23.	Струм живлення сумарний по виходам SIR, +12V, POUT мА, не більше	850
24.	Максимальний струм живлення по виходу, мА, не більше: SIR 12V (по кожному з виходів) POUT	500 350 350
25.	Струм для живлення кожного з виносних світлодіодів (виходи LED1, LED2), мА, не більше	5
26.	Діапазон робочих температур при відносній вологості до 75% без утворення конденсату	-10...+40°C
27.	Габаритні розміри ППК (Ш x В x Г), мм, (±5 мм)	280x225x85
28.	Маса ППК (без АКБ), кг, не більше	1,6
29.	Середній термін служби, років, не менше	10

Вибір клавіатури для керування роботою ППК та індикації його стану здійснювався з урахуванням технічних характеристик ППК у базовій комплектації, зокрема налаштування та індикації чотирьох зон. Цим вимогам задовольняє клавіатура k-led4, зовнішній вигляд якої представлений на рис.2.2 [21].

Клавіатури K-LED4 призначена для роботи з приладами приймально-контрольними «Оріон NOVA 4», «Оріон NOVA 8+» та ін. Для керування ППК та індикації його стану на передній панелі розташовані кнопки та індикатори стану ППК. Клавіатура призначена для безперервної роботи в приміщеннях із контрольованими кліматичними умовами за умови відсутності прямого впливу зовнішніх кліматичних факторів.



Рисунок 2.2 - Клавіатура K-LED4

Технічні характеристики клавіатури наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Технічні характеристики клавіатури

№	Найменування параметра	Значення		
1.	Тип клавіатури	K-LED4	K-LED8	K-LED16
2.	Напруга живлення, В(входи «12V», «GND»)	9,3 - 15,2		
3.	Струм споживання без додаткових навантажень на виходах, мА, не більше	40		
4.	Кількість зон	-	4	
5.	Кількість транзисторних виходів		1	
6.	Кількість індикаторів зон	4	8	16
7.	Струм, що комутується транзисторним виходом, мА, не більше	-		50
8.	Габаритні розміри (ШхВхГ), мм,	126x93x34		
9.	Маса, кг, не більше	0,2		
10.	Діапазон робочих температур при вологості до 75 % без утворення конденсату	від -10°C до +40°C		
11.	Середній строк експлуатації, років	10		
12.	Середній наробіток на відмову, годин	20000		

При виборі датчиків системи охоронної системи і датчиків пожежної системи користувалися наявними на кафедрі датчиками. При цьому основну

увагу звертали на сумісність ППК по напрузі живлення і максимальному струмі споживання датчиків.

Цим вимогам відповідають наступні датчики, що були в наявності. Для системи охоронної сигналізації датчик розбиття скла LC-105DGB та датчик руху і розбиття скла Crow Swan PGB. Для системи пожежної сигналізації датчики задимлення СПД-КАДЕТ та СПД-3 і сповіщувач пожежний ручний SPR-L.

Розглянемо їх призначення, технічні характеристики і можливості по використанню в інтегрованій системі охорони офісного приміщення.

Зовнішній вигляд сповіщувача розбиття скла LC-105DGB представлений на рис. 2.3 [20].



Рисунок 2.3 - Сповіщувача розбиття скла LC-105DGB

Сповіщувач розбиття скла LC-105DGB належить до нового покоління пристроїв цього типу. Його особливістю це здатність виявляти як звук розбиття скла, так і звук порізки скла за допомогою склорізу, завдяки повній цифровій обробці сигналу. Однак головною перевагою LC-105DGB є можливість уникнення помилкових спрацьовувань тривоги.

Пристрій здатний розрізняти унікальні звуки, що сприймаються при розбитті та різанні скла. Сповіщувач може бути використаний на кількох вікнах одночасно, що дозволяє захистити кілька зон одним пристроєм. Завдяки своїм функціональним можливостям та високій точності виявлення звуків розбиття та різання скла, LC-105DGB є інноваційним рішенням у сфері безпеки. Цей пристрій забезпечує надійну та ефективну систему підтримки про вторгнення та захищає об'єкти від небажаного доступу.

Технічні характеристики сповіщувача розбиття скла LC-105DGB наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Технічні характеристики сповіщувача розбиття скла LC-105DGB.

Живлення	Від 9 до 16В
Споживаний струм	15мА
Дальність	10 метрів розбиті на 3 метра
Встановлення	На стіну, або стелю
Вихід тривоги	НЗ, 24В; 0,05А; 10 Ом
Контакт НСД	НЗ, 24В; 0,05А; 10 Ом
Робоча температура	-20 +50 град. С
Допустима вологість	95% без конденсата
Температура зберігання	-30 +70 град. С
Захист від радіопоміх	30 В/м, 10-100 МГц
Захист від статистики	50000В
Розмір	79x48x21 мм
Вага	40 г

Зовнішній вигляд с датчика руху і розбиття скла Crow Swan PGB представлений на рис. 2.4 [19].



Рисунок 2.4 - Комбінований датчик руху і розбиття Crow Swan PGB

Датчик руху і розбиття скла Crow Swan PGB використовується для виявлення руху і розбиття скла в приміщенні. Детектор аналізує зміни ІЧ спектру при наявності руху. Він може реєструвати звуки руйнування скла, що виникають у вигляді двох послідовних сигналів на різних частотах. Завдяки унікальній схемі фазо-частотної детекції можливо окремо визначити сигнал від удару та сигнал розбитого скла, що гарантує надійний захист і уникнення помилкових спрацьовувань. Потрібно відзначити, що даний детектор не потребує установки безпосередньо на вікні: один детектор здатний забезпечити захист обсягу та кількох вікон одночасно.

Технічні характеристики датчика руху і розбиття скла Crow Swan PGB наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Технічні характеристики датчика руху і розбиття скла Crow Swan PGB.

Модель	SWAN PGB
Метод детекції	Четверний Рір-елемент
Швидкість знаходження	0.15 - 3.6 секунд
Напруга живлення	8.2-16 В постійного току
Споживання	16.5 - 22 мА
Температурна компенсація	наявна
Довжина (кількість імпульсів)	авто
Час тривого	2 секунди

Вихід тривоги	NC – контакт реле, 0.1А при 28В з захисним R = 10 Ом
Час готовності	60 секунд
Робоча температура	-20... 50С
Радіочастотна захищеність	30В/м при 10 - 1000МГц
Електро-магнітна захищеність	50000В
Захист від видимого світла	Стійкий до світла галогенових ламп на дистанції більше на 2,4 метра
Дистанція виявлення	Скло до 10 м 90°, ІК 15 м (ширококутна лінза)
Світлодіоди	Жовтий, зелений, червоний
Розмір	123*62*38 мм
вага	110 грам

Зовнішній вигляд сповіщувача пожежного димового СПД-КАДЕТ представлено на рис. 2.5 [18].



Рисунок .2.5 - Сповіщувач пожежний димовий СПД-КАДЕТ

Сповіщувач пожежний димовий СПД-КАДЕТ призначений для виявлення загорянь у закритих приміщеннях різних будівель та споруд, де з'являється дим, і передає сигнал "ПОЖЕЖА" на ППКП. Сповіщувач розрахований на безперервну цілодобову роботу з пожежними ППКП і підключається до постійного або знакозмінного двопровідного шлейфу пожежної сигналізації (ШПС) з номінальною напругою живлення шлейфу 24 В.

Індикація режиму "ПОЖЕЖА" залежить від типу пожежної сигналізації, до якого підключений сповіщувач. У ШПС індикація забезпечується постійним світловим сигналом червоного оптичного індикатора, а у знакозмінному ШПС - миготінням (зникненням світлового під час тимчасової подачі зворотної напруги). Сповіщувач також забезпечує індикацію чергового режиму роботи короткочасними спалахами червоного індикатора. Для підключення сповіщувачів до ППКП за чотирма провідними схемами використовують модулі узгодження шлейфів МУШ-3 - МУШ-6М. Ці модулі забезпечують взаємозв'язок і синхронізацію роботи різних сповіщувачів з пожежною системою і дозволяють досягти надійної передачі сигналів тривоги до ППКП.

Технічні характеристики сповіщувача пожежного димового СПД-КАДЕТ наведено в таблиці 1.6.

Таблиця 2.6

Технічні характеристики сповіщувача пожежного димового СПД-КАДЕТ

Чутливість сповіщувача відповідає вимогам	ДСТУ EN 54-7
ДСТУ EN 54-7	10
Час технічної готовності після подання живлення, з, не більше	30
Діапазон напруги живлення, В.	10 - 30
Струм споживання в черговому режимі, мА, не більше	0,09
Струм споживання в режимі «ПОЖЕЖА» встановлюється зовнішнім резистором в діапазоні значень, мА	5 - 30
Внутрішній опір в режимі «ПОЖЕЖА» (при струмі споживання 20 мА), Ом, не більше	500
Зворотній струм при напрузі мінус 30 В, мкА,	5
Спосіб формування вихідного сигналу	безконтактний
Габаритні розміри, мм, не більше	Ш 95 Ч 48
Маса, кг, не більше	0,2
Діапазон робочих температур, ° С	від мінус 10 до 55
Середній термін служби, років, не менше	10

Зовнішній вигляд сповіщувача пожежного димового СПД-3 представлено на рис. 2.6 [16]



Рисунок .2.6 - Сповісчувач пожежний димовий СПД-3

Сповісчувач пожежний димовий оптичний точковий СПД-3 призначений для виявлення загорянь у закритих приміщеннях різних будівель та споруд, що супроводжуються появою диму та передачі сигналу «ПОЖЕЖА» на ППКП.

Сповісчувач розрахований на безперервну цілодобову роботу з пожежними ППКП по постійнострумовому або знакозмінному двопровідному шлейфу пожежної сигналізації з номінальною напругою живлення шлейфу 12 або 24 В.

Індикація режиму «ПОЖЕЖА» залежить від типу ШПС, до якого підключений сповісчувач. У постійнострумовому ШПС індикація здійснюється постійним світінням червоного оптичного індикатора, а знакозмінному ШПС – миготінням.

Сповісчувач забезпечує індикацію чергового режиму роботи короткими спалахами червоного оптичного індикатора. Для роботи сповісчувачів з ППКП за чотирипровідною схемою підключення застосовуються модулі узгодження шлейфів МУШ-1 – МУШ-6М.

Технічні характеристики сповісчувача пожежного димового СПД-3 наведено в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Технічні характеристики сповіщувача пожежного димового СПД-3

Чутливість сповіщувача	відповідає вимогам ДСТУ EN 54-7:2004.
Інерційність, с, не більше	10
Час технічної готовності після подачі харчування, не більше	30
Діапазон живлячої напруги, В	9 - 30
Струм споживання в черговому режимі, мА, не більше	0,095
Струм споживання в режимі «ПОЖЕЖА» встановлюється зовнішнім резистором ($R_{огр}$) у діапазоні значень, мА	5 - 30
Внутрішній опір у режимі «ПОЖЕЖА» (при струмі споживання 20мА), Ом, не більше	500
Зворотний струм при напрузі мінус 30 В, мкА, не більше.	5
Спосіб формування вихідного сигналу	безконтактний
Габаритні розміри, мм, не більше	100 x 48
Маса, кг, не більше	0,15
Діапазон робочих температур, °С	від мінус 10 до 55
Маса, кг, не більше	0,15
Діапазон робочих температур, °С	від мінус 10 до 55

Зовнішній вигляд сповіщувача пожежного ручного SPR-L представлено на рис. 2.7 [17].



Рис.2.7 Сповіщувач пожежний ручний SPR-L

Існують ситуації коли людина виявила пожежу раніше її розповсюдження і необхідно терміново передати сигнал на пульт хорони, для цього необхідні сповіщувачі пожежні ручні.

Сповіщувач SPR–1L є пристроєм, призначеним для ручного включення тривожного стану в системах пожежної та охоронно-пожежної сигналізації. Сповіщувач встановлюється у закритих приміщеннях різних будівель. Тривожний стан (режим «ПОЖЕЖА») передається по двопровідному ШПС на ППКП, що реагує на збільшення сили струму в ШПС. Режим «ПОЖЕЖА» у сповіщувачі відображається механічним індикатором-шторкою з написом «ПОЖЕЖА» і червоним оптичним індикатором. У постійно струмовому ШПС - безперервне світіння оптичного індикатора, в знаково змінному шлейфі - миготіння.

Технічні характеристики сповіщувача пожежного ручного SPR-L наведено в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

Технічні характеристики сповіщувача пожежного ручного SPR-L

Діапазон напруги живлення В	9 - 30
Струм споживання у черговому режимі за максимальної напруги живлення 30В	5
Струм споживання у режимі "ПОЖЕЖА" встановлюється зовнішнім резистором (див. схему підключення) у діапазоні значень, мА	5 - 20
Внутрішній опір сповіщувача в режимі "ПОЖЕЖА" при силі струму 20 мА	500
Зусилля, необхідне для ввімкнення робочого елемента (кнопки), Н, не менше	25
Габаритні розміри, мм, не більше	102 x 102 x 38
Маса, кг, не більше	0,13
Середній термін експлуатації пристрою в роках	10

2.2 Розробка структурної схеми охоронної системи приміщень

Аналіз технічних характеристик ППК Orion NOVA 4, клавіатури K-LED4 та чутливих елементів - сповіщувача розбиття скла LC-105DGB, комбінованого датчика руху і розбиття скла Crow Swan PGB, сповіщувача пожежного димового СПД-КАДЕТ, сповіщувача пожежного димового СПД-3 та сповіщувача пожежного ручного SPR-L показує, що є технічна можливість реалізувати інтегровану систему охоронно-пожежної сигналізації невеликого офісу і реалізувати її у вигляді макету стенда для перевірки працездатності.

Ця мета може бути досягнута по наступним причинам:

ППК Orion NOVA 4 має чотири зони контролю з управлінням по чотирьом шлейфам;

кожен шлейф розрахований на роботу з постійним струмом величиною 2,2-5 мА в черговому режимі при напрузі 8-12 В;

вбудований блок живлення формує постійну напругу живлення 12 В при максимальному струмі до 850 мА для живлення клавіатури, датчиків та місцевої сирени по провідним лініям;

напруга живлення датчиків охоронної та пожежної систем і клавіатури лежить в межах 12 В;

струм споживання клавіатури K-LED4 складає 40 мА, струм споживання датчиків розбиття скла LC-105DGB, комбінованого датчика руху і розбиття скла Crow Swan PGB складає в режимі охорони не більше 16 мА, в режимі тривоги не більше 40 мА кожен;

Струм споживання сповіщувача пожежного димового СПД-КАДЕТ, сповіщувача пожежного димового СПД-3 та сповіщувача пожежного ручного SPR-L складає в черговому режимі порядку 1 мА, а в режимі «ПОЖЕЖА» не більше 20 мА і регулюється опором кінцевого резистора шлейфу.

Відмінність датчиків системи охоронної сигналізації і пожежної сигналізації полягає в початковому стані контактів вихідних реле, що формують

сигнал тривоги. Ці особливості будуть розглянуті при розробці функціональної схеми з'єднань в наступному розділі.

Таким чином, виходячи із аналізу технічних характеристик складових елементів розробляємої інтегрованої системи охорони структурна схема буде мати вигляд, представлений на рис. 2.8.

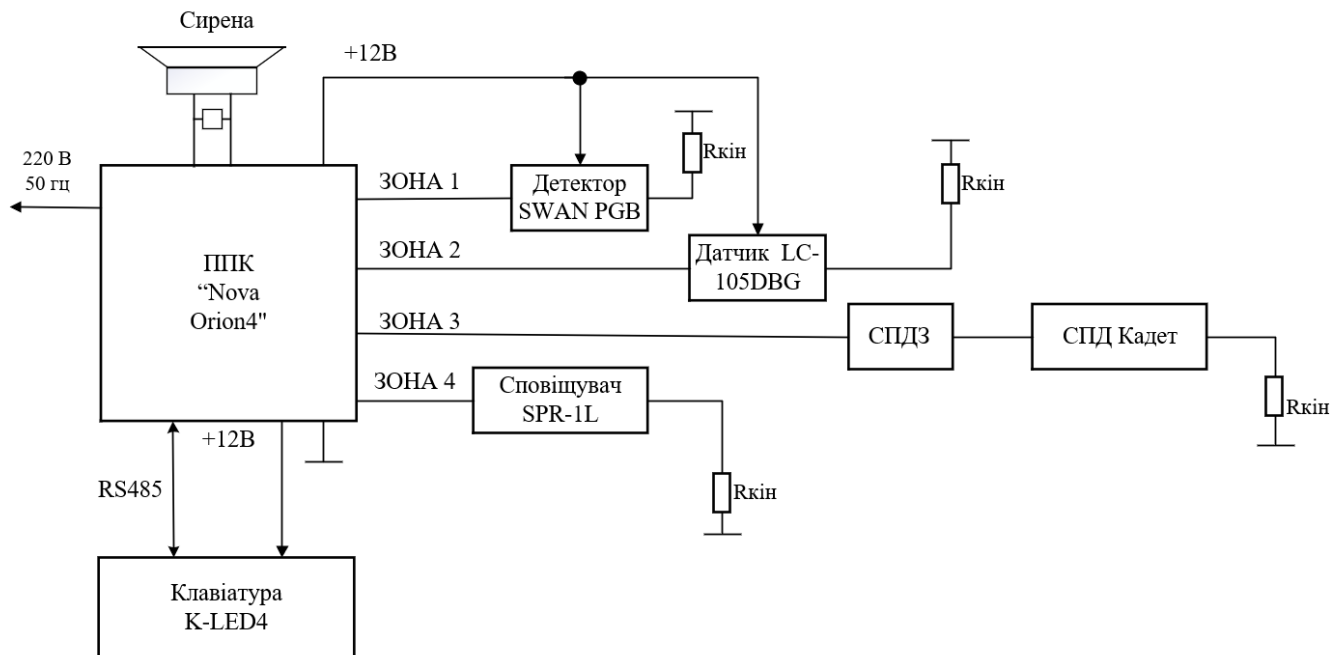


Рисунок 2.8 – Схема електрична структурна інтегрованої системи охорони

Робота по структурній схемі інтегрованої системи охорони полягає в наступному.

До зони контролю один та два з допомогою чотирипровідних шлейфів під'єднані датчики системи охоронної сигналізації - сповіслювач розбиття скла LC-105DGB та комбінований датчика руху і розбиття скла Crow Swan PGB відповідно. Кожен шлейф по лінії оповіщення навантажений на кінцевий опір для встановлення струму чергового режиму. Живлення цих датчиків виконано від вбудованого джерела живлення постійного струму 12 В ППК.

До зони контролю три під'єднано за допомогою двопровідного шлейфу паралельно включені два датчики пожежної сигналізації – сповіслювач

пожежний димовий СПД-КАДЕТ та сповіщувач пожежний димовий СПД-3. Живлення цих датчиків здійснюється постійним струмом лінії оповіщення 12 в, а величина струму в черговому режимі визначається величиною кінцевого опору.

До зони чотири під'єднаний ручний пожежний сповіщувач SPR-L. Його живлення здійснюється постійним струмом лінії оповіщення 12 в, а величина струму в черговому режимі визначається величиною кінцевого опору.

До ППК під'єднана клавіатура управління і контролю K-LED4. При цьому напруга живлення постійного струму 12 В формується вбудованим блоком живлення ППК. По сигнальному входу (лінії управління) клавіатура з'єднана з ППК по інтерфейсу RS485.

Для подачі тривожного сигналу до виходу SIR ППК під'єднаних п'єзокерамічний випромінювач.

Для початкового завантаження програмного забезпечення і налаштування сценарію роботи інтегрованої охоронно-пожежної системи до ППК через кабель USB-microUSB підключається ПЕОМ.

2.3 Оцінка технічних та функціональних можливостей запропонованої схеми

Запропонована система охоронної сигналізації заснована на підборі сучасних технічних компонентів, здатних забезпечити високий рівень безпеки невеликих приміщень. Система включає пристрої для виявлення руху, розбиття скла та пожежні сповіщувачі, що робить її придатною для реагування на різні загрози. Складові системи :

Пульти приймально-контрольний (ППК) Orion NOVA 4

- Функціональність: забезпечує обробку сигналів від датчиків, підтримує резервне живлення, дозволяє керувати системою вручну, дистанційно через інтернет або через запрограмовану послідовність дій.

- Технічні характеристики: сучасний процесор із низьким енергоспоживанням, підтримка до 4 зон охорони, можливість інтеграції з іншими системами.

- Переваги: компактний розмір, проста інтеграція, багатофункціональність, можливість автоматизації та дистанційного управління.

Датчик розбиття скла

- Функціональність: виявляє акустичні хвилі, характерні для розбиття скла.

- Технічні характеристики: висока чутливість до звукових сигналів, низька частота хибних спрацювань.

- Переваги: ефективний для контролю вікон та скляних дверей, легко замінюється у разі потреби.

Клавіатура K-LED4

- Функціональність: дозволяє користувачу швидко активувати або деактивувати систему.

- Технічні характеристики: підсвічування кнопок, інтуїтивний інтерфейс.

- Переваги: простота використання, можливість оперативного налаштування параметрів, легка та заміна.

Пожежні сповіщувачі (СПД-КАДЕТ, СПД-3, SPR-L)

- Функціональність: забезпечують швидке виявлення диму, тепла або активації ручного тривожного сигналу.

- Технічні характеристики: висока швидкість реагування, надійна робота в умовах підвищеної вологості та температури.

- Переваги: забезпечують пожежну безпеку, інтегруються з ППК, всі компоненти легко замінні.

Комбінований датчик Crow Swan PGB

- Функціональність: виявляє рух і розбиття скла.
- Технічні характеристики: подвійна зона чутливості, підтримка налаштування чутливості для різних типів приміщень.
- Переваги: універсальність, економія на встановленні окремих датчиків, зручність заміни.

Аналіз технічних можливостей

- Розширюваність системи

Система легко масштабується завдяки підтримці ППК Orion NOVA 4, який здатний працювати з додатковими датчиками та іншими пристроями без потреби суттєвих змін у наявній конфігурації.

- Дистанційне керування

Однією з ключових переваг є можливість керування системою через інтернет. Це дозволяє користувачам отримувати доступ до управління з будь-якої точки, де є підключення до мережі інтернет. Альтернативно, система може керуватися вручну або через запрограмовану послідовність дій, що забезпечує додаткову гнучкість.

- Легка заміна компонентів

Усі елементи системи спроектовані так, щоб їх можна було швидко та легко замінити у разі поломки або модернізації. Це дозволяє мінімізувати час простою та витрати на технічне обслуговування.

- Стійкість до зовнішніх факторів

Компоненти системи розроблені для роботи в різних умовах, включаючи підвищену вологість і температурні коливання.

- Захист від хибних спрацювань

Висока точність датчиків і досконалі алгоритми обробки сигналів суттєво знижують ймовірність хибних тривог.

- Інтеграція з іншими системами

Система дозволяє проводити інтеграцію з існуючими системами пожежної сигналізації та відеоспостереження, підвищуючи загальну ефективність охорони.

Аналіз функціональних можливостей

– Універсальність

Система одночасно забезпечує охорону приміщення від проникнення, а також пожежну безпеку. Це робить її ідеальним вибором для невеликих офісних приміщень.

– Зручність експлуатації

Клавіатура K-LED4 має простий і зрозумілий інтерфейс, який не вимагає від користувача спеціальних навичок.

– Можливість швидкого реагування

Комбіновані датчики дозволяють виявляти загрози різного типу, що мінімізує час реагування і збільшує ймовірність запобігання шкоди.

– Економічність

Використання базових компонентів з високою функціональністю знижує початкові витрати на установку системи та забезпечує вигідне співвідношення ціни та функціональності.

Запропонована система сигналізації забезпечує високу функціональність, зручність використання та підтримку сучасних технологій. Основними перевагами є масштабованість, дистанційне керування та простота обслуговування. Усі компоненти легко замінюються, що робить систему гнучкою та економічно ефективною в довгостроковій перспективі.

2.4 Розробка та налаштування функціональної схеми електричної макета стенда інтегрованої системи охорони

Для розробки функціональної схеми макета стенда інтегрованої системи охорони необхідно розрахувати електричні параметри шлейфів та величини

струмів споживання пристроями системи. Для цього скористаємося технічними характеристиками ППК, клавіатури та охоронно-пожежними датчиками, що приведені в розділі 2.

Згідно технічних характеристик на ППК до нього можна підключити до 4 клавіатур K-LED4, використовуючи схеми комутації і з'єднань приведені в розділі 3.

Підключення датчиків розбиття скла LC-105DGB та комбінованого датчика руху і розбиття скла Crow Swan PGB до 1 та 2 шлейфів здійснюється у відповідності до призначення та нумерації контактних колодок приведених на рисунках 3.1, 3.6, та 3.7. При цьому максимальний струм споживання від блоку живлення ППК двох датчиків в режимі чергування буде становити 31,5 мА, а в режимі тривога 62 мА при допустимому максимальному струмі, що забезпечує ППК 700 мА (Табл. 1.2, 1.5, 1.6).

Так як датчик охорони в режимі охорони по кожному тривожному виходу мають нормально замкнуті контакти то вони підключаються до ППК по схемі рис. 3.3. Внутрішні релейні виходи кожного датчика з'єднуються послідовно і послідовно з ними з'єднується кінцевий резистор опором 3 кОм. Таким чином в режимі чергування струм шлейфів 1 та 2 буде складати величину $12 \text{ В} / 3 \text{ кОм} = 4 \text{ мА}$ кожен, що відповідає стану шлейфу «НОРМА» (табл.. 3.1).

Підключення датчиків пожежної сигналізації, таких як сповіщувач пожежний димовий СПД-КАДЕТ, сповіщувач пожежний димовий СПД-3 та сповіщувача пожежний ручний SPR-L вимагає розрахунку додаткового опору щоб змінити величину струму в шлейфі при виникненні сигналу «ПОЖЕЖА». Перераховані датчики мають в режимі охорони постійно розімкнуті контакти і включаються паралельно до кінцевого резистора шлейфу. Для встановлення після тривожної сигналізації в початковий стан датчиків необхідно на 3 сек. вимкнути живлення. Такий режим підключення до ППК можна реалізувати з допомогою схеми представленої на рис. 3.4.

Величина опору кінцевого резистора шлейфу розраховується як $12 \text{ В} / 3 \text{ кОм} = 4 \text{ мА}$ і відповідає стану шлейфу «НОРМА» (табл. 2.1). При виникненні надзвичайної події «ПОЖАР» реле датчика замикає контакти і закорочує шлейф. Щоб не виникло аварійної ситуації послідовно з контактами вихідного реле необхідно під'єднати резистор, опір якого обмежував би струм в шлейфі нижче допустимого. Для ППК Orion NOVA 4 ця величина складає 40мА. Для того щоб у режимі надзвичайної події перевести стан шлейфу із стану «НОРМА» в стан « ВТРУЧАННЯ..» необхідно зменшити опір шлейфу із 2,3 – 4,2 кОм до величини 0 – 2,2 кОм. Виберемо величину опору шлейфу 1,5 кОм що буде відповідати стану втручання («ПОЖЕЖА»). Тоді опір обмежувального резистора $R_{обм} = (R_{кін} * R_{сум}) / (R_{кін} - R_{сум}) = (3 * 1,5) / (3 - 1,5) = 3 \text{ кОм}$.

Таким чином розроблена схема функціональна електрична макету стенда інтегрованої системи охоронно пожежної сигналізації наведена на рис. 2.9.

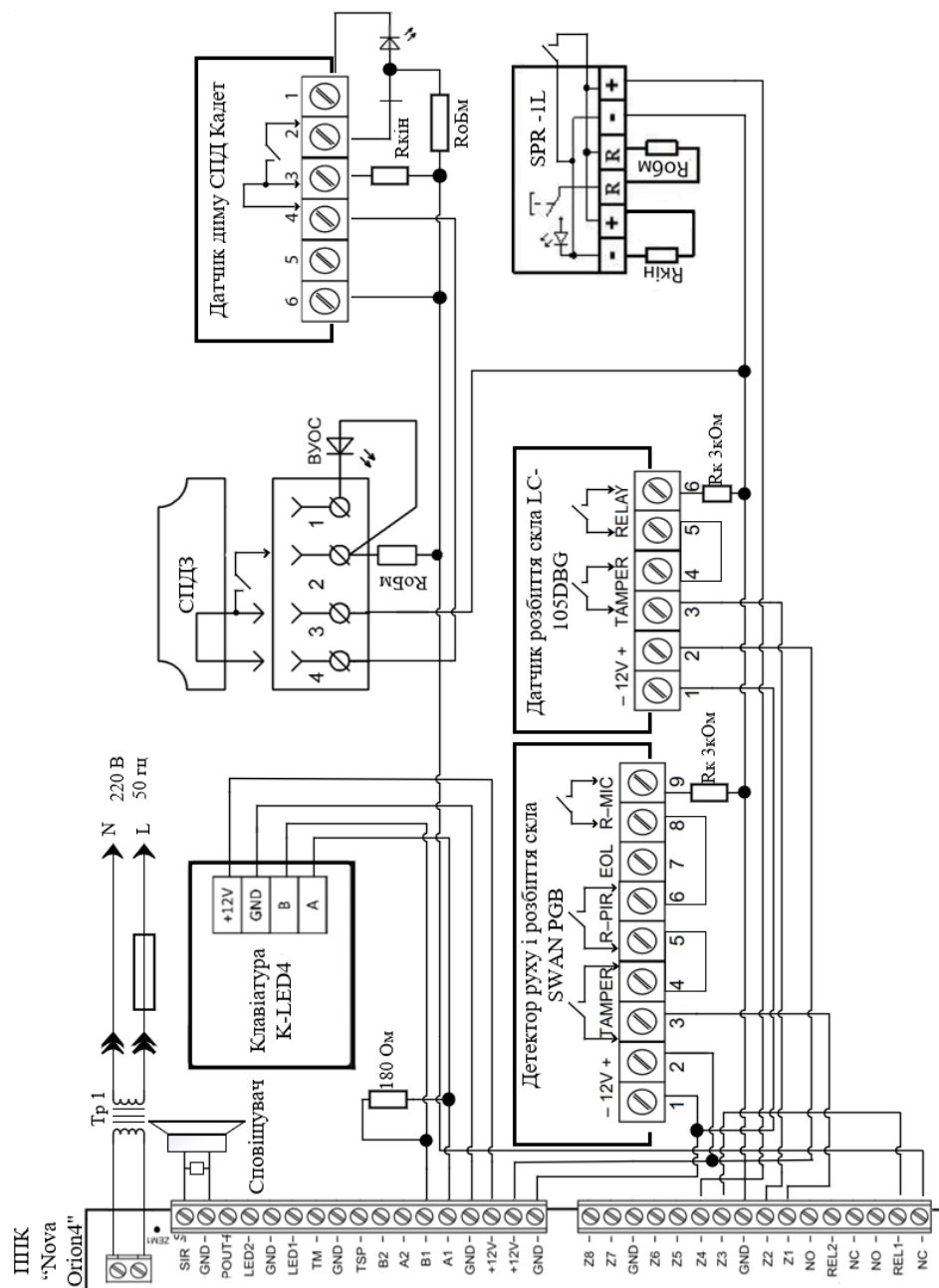


Рисунок 2.9 - Схема функціональна електрична макету стенда інтегрованої системи охоронно пожежної сигналізації

Робота інтегрованої системи заключається в наступному. Всі шлейфи сигналізації в стані «НОРМА» мають приблизний опір 3 кОм.

При спрацюванні одного із датчиків охоронної сигналізації опір відповідного шлейфа збільшується в декілька раз. При цьому шлейф

переходить в стан «ТРИВОГА ПРОНИКНЕННЯ» а ППК формує сигнал тривоги.

При спрацюванні одного із датчиків пожежної сигналізації опір відповідного шлейфу 3 або 4 зменшиться в два рази. При цьому шлейф перейде в стан «ТРИВОГА ВТРУЧАННЯ» що відповідає стану «ПОЖЕЖІ» що виникла в приміщеннях які контролюють ці шлейфи.

Налаштування ППК може здійснюватися за допомогою: – Windows ПК або Android-пристрою зі встановленим ПЗ oLoader II (локально або дистанційно) – повне налаштування.

Для налаштування ППК призначене спеціальне ПЗ oLoader II. Версія для ПК з ОС Windows доступна для завантаження на сайті виробника www.tiras.ua в розділі «Програмне забезпечення». Версія для пристроїв з ОС Android доступна для завантаження через сервіс «Google Play Маркет». Налаштування ППК за допомогою ПЗ oLoader II може здійснюватися локально (через кабельне з'єднання) та дистанційно (через сервіс Tiras CLOUD II), при умові, що це дозволено в налаштуваннях ППК.

Перше налаштування ППК завжди виконується локально.

Версія ПЗ ППК відображається при завантаженні налаштувань з ППК в пункті «Пристрої/ППК».

Локальне налаштування ППК через ПЗ oLoader II.

Локальне підключення ППК до Windows ПК або Android-пристрою здійснюється через інтерфейс USB.

Для підключення необхідно:

- відкрити кришку ППК, відключити мережу 220В від ППК, зняти клеми з АКБ;

- з'єднати USB кабелем ППК та Windows ПК або Android-пристрій (для підключення до Windows ПК потрібен кабель USB-A/mini USB-B, для

підключення до Android-пристрою потрібно 2 кабелі: USB-OTG/micro USB-B або USB-OTG/USB type-C та USB-A/mini USB-B.)

- завантажити налаштування з ППК; - змінити налаштування; - завантажити налаштування в ППК (може вимагатись введення коду інсталятора, в залежності від налаштування опції «Захист конфігурації кодом інсталятора» ;

- відключити USB кабель (перед відключенням USB кабелю від ПК чи від Android-пристрою потрібно обов'язково виконати процедуру безпечного відключення ППК (виконується аналогічно операції відключення USB флеш-накопичувача)).

Для можливості локального налаштування ППК Android-пристрій обов'язково має підтримувати технологію USB-OTG. Для зменшення розряду АКБ Android-пристрою рекомендується відключати Android-пристрій від ППК на час редагування конфігурації. Достатнім є підключення на час завантаження налаштувань з ППК та в ППК.

Для увімкнення ППК необхідно встановити клема на АКБ та підключити мережу 220 В.

Заборонено відключати живлення ППК одразу після його включення (до засвічування індикатора GSM NET).

Після зміни налаштувань ППК з ПЗ oLoader II, всі зони, при увімкненні ППК, переходять в початковий стан: «Вхідні двері», «Коридор», «Охоронна» – знято з охорони, «Тривожна кнопка», «Цілодобова», «Універсальний вхід», «Тамперна», «Антимаскувальна» – під охороною. Перед зміною налаштувань ППК уповноважена особа повинна сповістити користувачів системи про те, що налаштування ППК буде змінено і групи користувачів будуть зняті з охорони.

На основі розробленої функціональної схеми був розроблений макет стенду інтегрованої системи охоронно-пожежної сигналізації та налаштований сценарій проведення експериментальних досліджень з використанням програмного забезпечення oLoader 2.

Зовнішній вигляд макету стенда інтегрованої системи охоронно пожежної сигналізації представлено на рис. 2.10.



Рисунок 2.10 - Зовнішній вигляд макета стенда інтегрованої системи охоронно пожежної сигналізації

До складу макету включено (зверху вниз, зліва на право):

- ППК Orion NOVA 4;
- сповіщувач розбиття скла LC-105DGB;
- комбінований датчик руху і розбиття скла Crow Swan PGB;
- клавіатура K-LED4;
- сповіщувач пожежний димовий СПД-КАДЕТ;
- сповіщувач пожежний димовий СПД-3;
- сповіщувач пожежний ручний SPR-L.

Підключення елементів макета стенда представлено на рис. 2.11

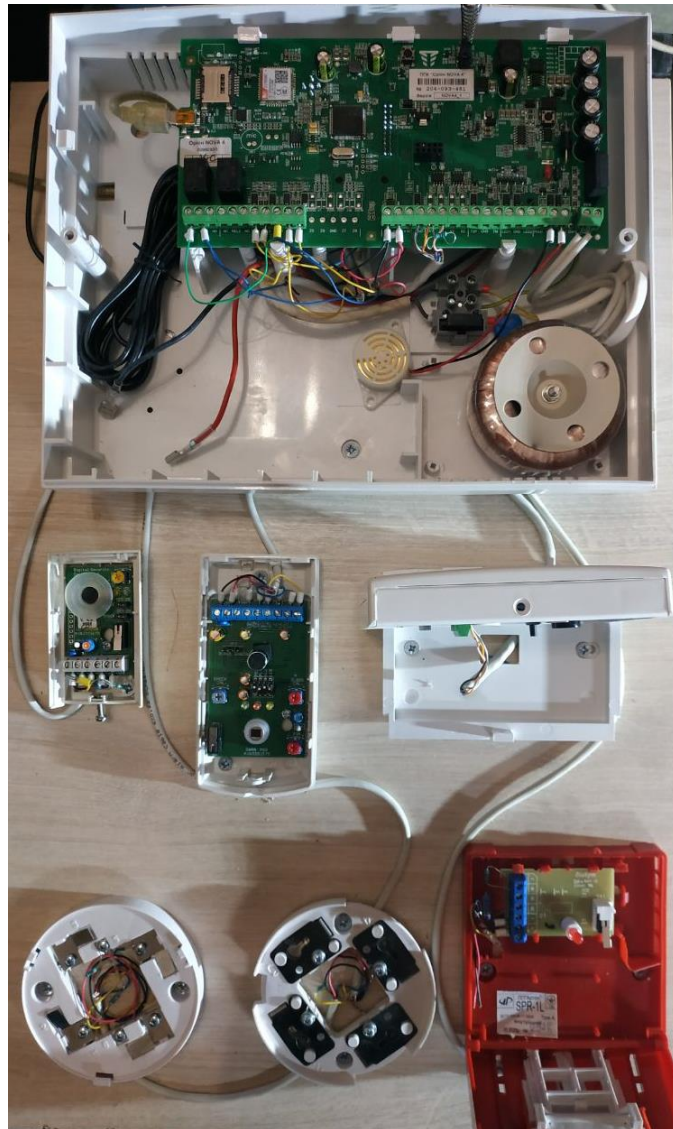


Рисунок 2.11 - Підключення елементів макета стенда

На рисунках 2.12 – 2.18 представлені схеми підключень ППК Orion NOVA 4, сповіщувача розбиття скла LC-105DGB, комбінованого датчика руху і розбиття скла Crow Swan PGB, клавіатури K-LED4, сповіщувача пожежного димового СПД-КАДЕТ, сповіщувача пожежного димового СПД-3, сповіщувача пожежного ручного SPR-L відповідно.

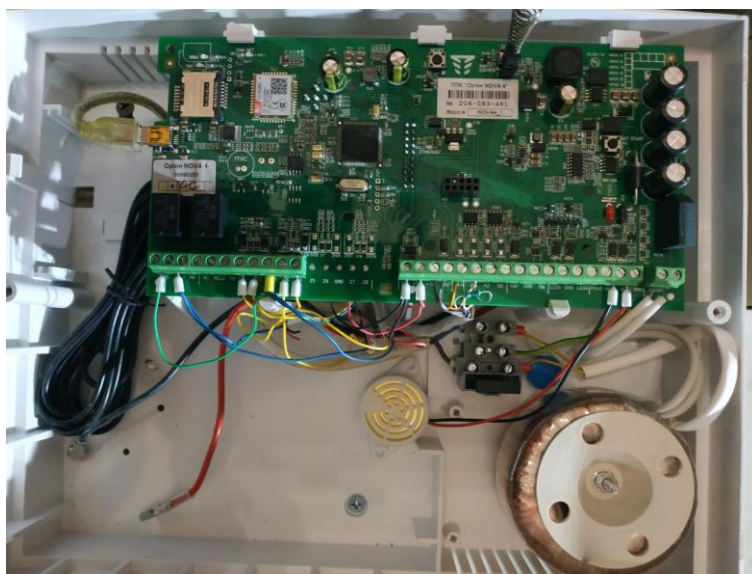


Рисунок 2.12 - Підключення ППК Orion NOVA 4

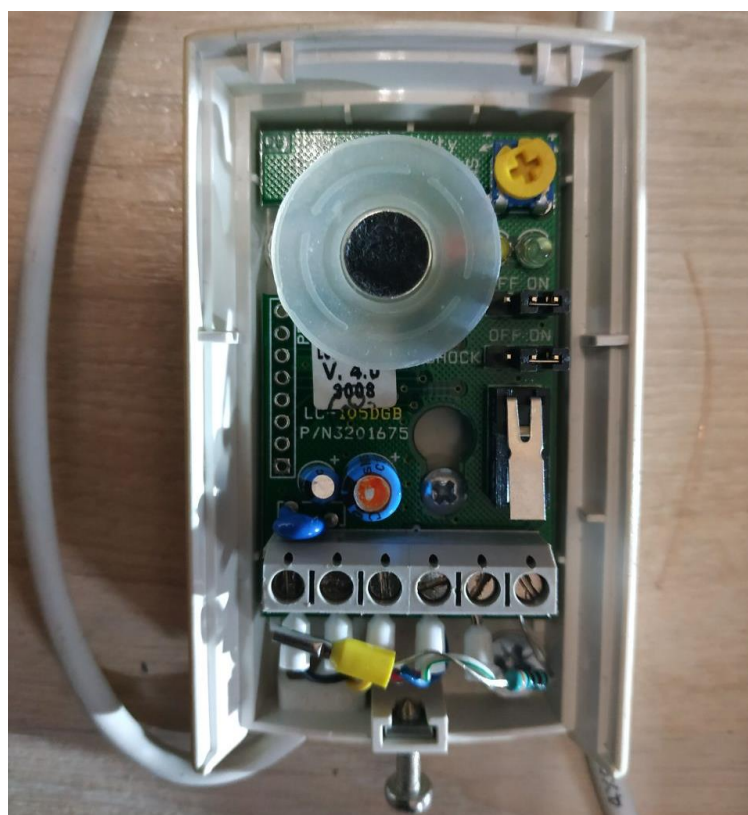


Рисунок 2.13 - Підключення сповісுவача розбиття скла LC-105DGB



Рисунок 2.14 - Підключення комбінованого датчика руху і розбиття скла Crow Swan PGB



Рисунок 2.15- Підключення клавіатури K-LED4

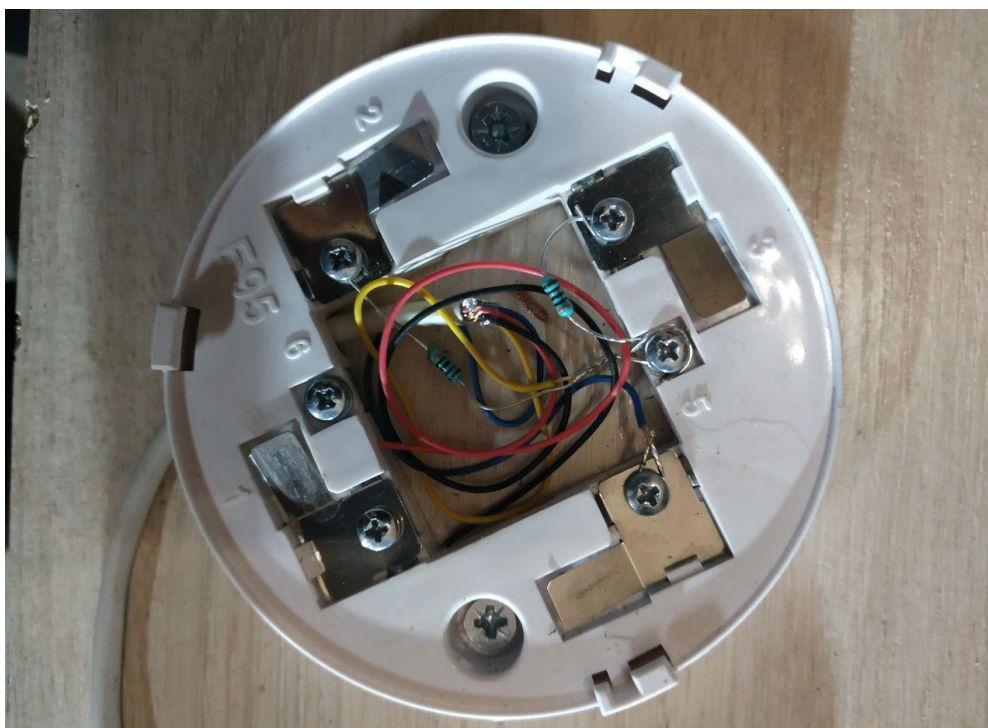


Рисунок 2.16 – Підключення сповіщувача пожежного димового СПД-КАДЕТ

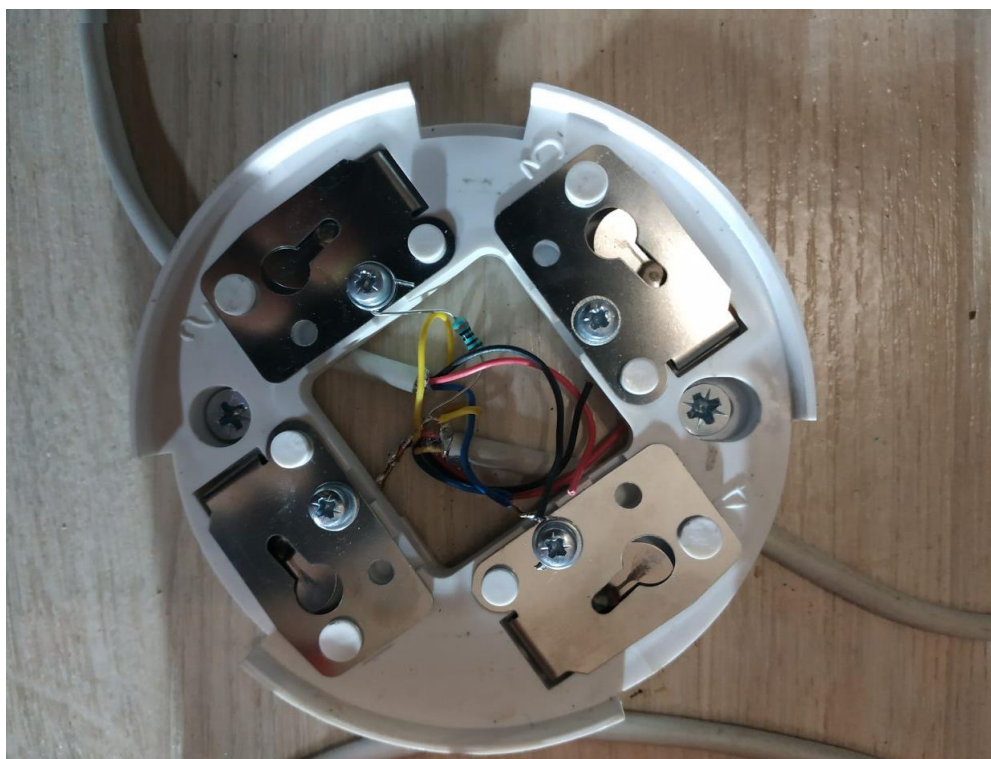


Рисунок 2.17 – Підключення сповіщувача пожежного димового СПД-3

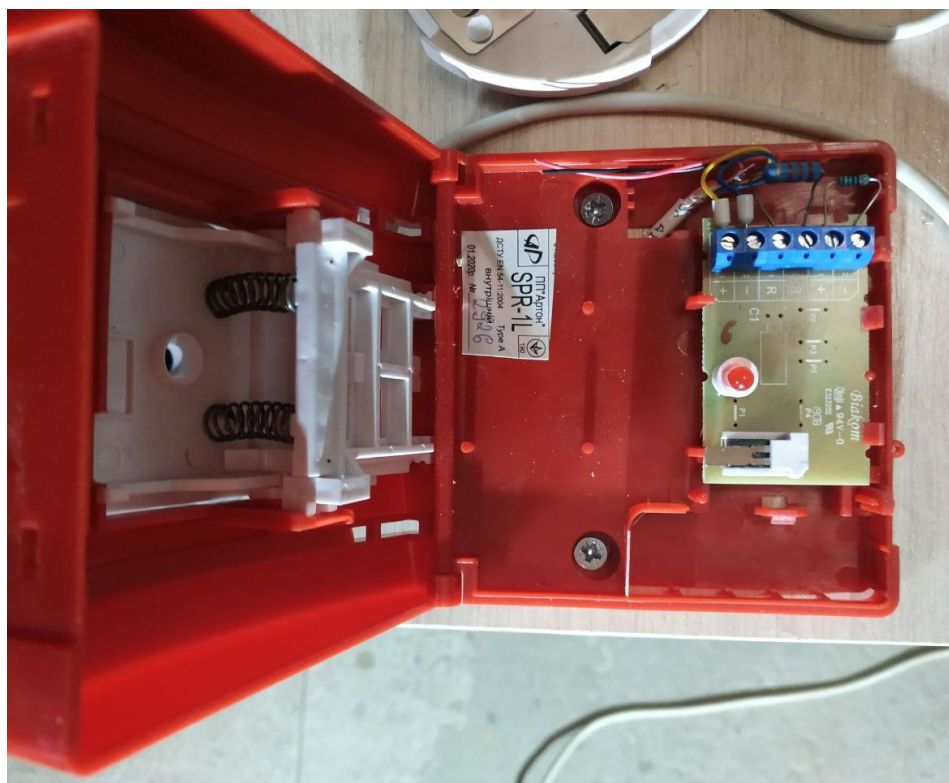


Рисунок 2.18 – Підключення сповіщувача пожежного ручного SPR-L

Монтаж виконаний у відповідності до настанови щодо встановлення та налаштування [25]. Клавіатура під'єднана кабелем kat-5e, а датчики охоронно пожежної сигналізації чотирижильним кабелем. У корпусі датчиків встановлені кінцеві опори і обмежувальні опори номіналом 3 кОм. В корпусі ППК встановлена сирена.

Після підключення через USB-кабель було виконано пошук ППК через фірмове програмне забезпечення. Далі для ідентифікації пристроїв в системі було введено серійний номер ППК Orion NOVA 4, а також налаштовано зони та виходи пристрою, рис. 2.19.

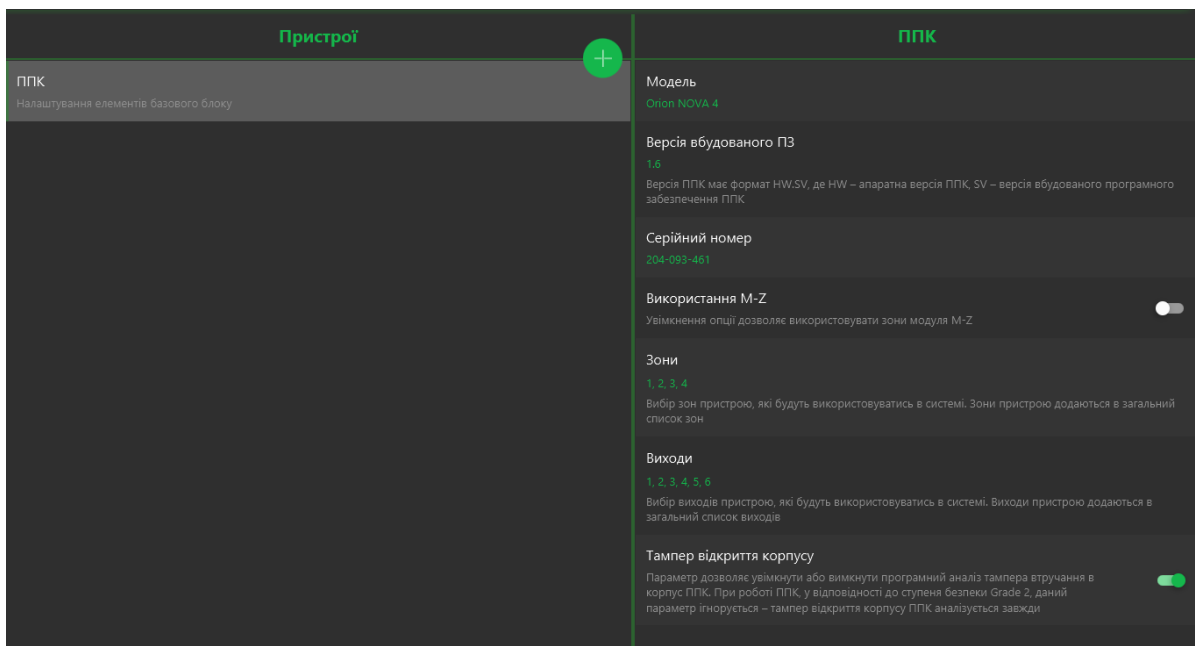


Рисунок 2.19 – Налаштування ППК

Налаштування клавіатури розпочалось з ідентифікації його через серійний номер та вибору моделі. Була налаштована ідентифікація та температурний захист пристроїв, рис. 2.20.

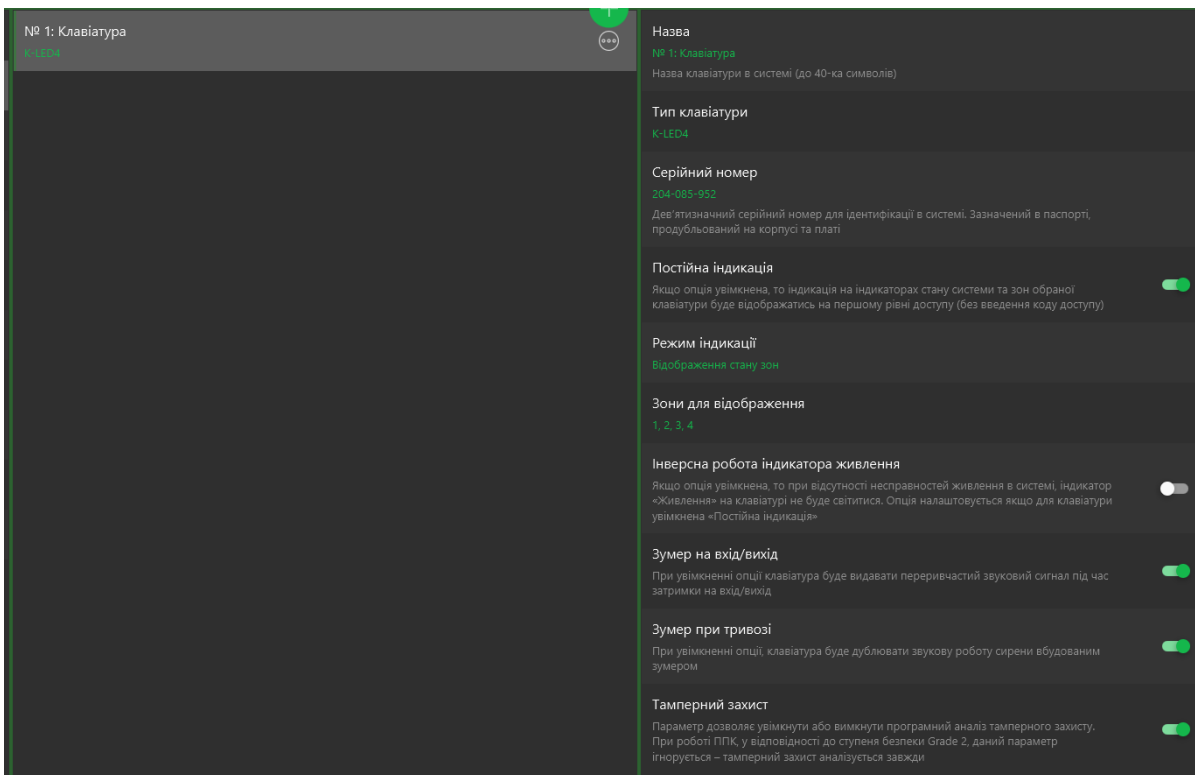


Рисунок 2.20 – Налаштування клавіатури

Зони були налаштовані відповідно до пристроїв та вимог що ставляться до них. Датчик руху і розбиття скла був налаштований під профіль «вхідні двері», для можливості входу в приміщення користувача, який має змогу вимкнути охоронну зону, авторизувавшись через клавіатуру. Датчик розбиття скла налаштований, як «універсальний вхід», цей тип може працювати у режимі тривога, або несправності, так як існує безліч побутових ситуацій коли відбувається розбиття предметів в зоні покриття пристрою система має обмежитись надісланням повідомлення про інцидент. Зони пожежних датчиків та тривожні кнопки налаштовані під профіль «цілодобова», для того щоб пожежна сигналізація могла працювати без відключень, щоб виконувати свої функції, виявлення пожежі та повідомляти відповідні служби та людей всередині приміщення, рис. 2.21.

Зони	№ 1: Датчик руху і розбиття скла
ППК	Назва
№ 1: Датчик руху і розбиття скла ППК (Z1) - Вхідні двері. Група: 1. Сценарій: 1.	№ 1: Датчик руху і розбиття скла Назва зони в системі (до 40-ка символів)
№ 2: Датчик розбиття скла ППК (Z2) - Універсальний вхід.	Тип зони Вхідні двері
№ 3: Пожежні датчики ППК (Z3) - Цілодобова.	Дозволено зняття з ПЦС Зони, для яких опція увімкнена, будуть зніматись з охорони при отриманні відповідної команди від ПЦС ☒
№ 4: Тривожна кнопка ППК (Z4) - Цілодобова.	Затримка на вхід 10 с Час, який надається користувачу для зняття групи з охорони після порушення вхідних дверей
	Затримка автопостановки 05 с Налаштовується час (в діапазоні 1...300 секунд) через який зону буде повторно поставлено під охорону після тривоги, за умови що відповідний ШС знаходиться в нормальному стані
	Залежна зона Зони у яких увімкнена дана опція будуть поставлені під охорону після постановки зон всіх груп в які входять дані зони (не дозволяється створювати групи, в які будуть включені тільки «Залежні зони») ☐
	2EOL Опція вмикається для зон, в яких сповісуючі підключені по типу 2EOL ☐

Рисунок 2.21 - Налаштування зон

Режим роботи всіх виходів був налаштований під можливість участі в сценаріях системи охорони. Попередньо єдиний задіяний в даній схемі вихід – «Сирена», рис 2.22

Виходи	№ 4: Сирена
ППК	Назва № 4: Сирена Назва виходу в системі (до 40-ка символів)
№ 1: Вихід 1 ППК (LED1) - За сценарієм.	Режим роботи виходу За сценарієм
№ 2: Вихід 2 ППК (LED2) - За сценарієм.	
№ 3: Вихід 3 ППК (ROUT) - За сценарієм.	
№ 4: Сирена ППК (SIR) - За сценарієм. Сценарій 1, 2.	
№ 5: Вихід 5 ППК (REL1) - За сценарієм.	
№ 6: Вихід 6 ППК (REL2) - За сценарієм.	

Рисунок 2.22 - Налаштування виходів

Групи було налаштовано для можливості вимкнення відповідних охоронних зон та налаштування відображення індикаторів, рис.2.23.

Групи	№ 1: Зона входу
№ 1: Зона входу	Назва № 1: Зона входу Назва групи зон в системі (до 40-ка символів)
	Зони 1 Вибір зон, які будуть входити до складу групи. Для вибору доступні зони типу: «Охоронна», «Вхідні двері» та «Коридор»
	Виходи «Підтвердження» Немає даних Вибір виходів, які будуть працювати в режим підтвердження взяття під охорону для цієї групи. Для вибору доступні виходи з режимом роботи «Підтвердження»
	Затримка на вихід 30 с Час, який буде надано користувачеві для виходу з приміщення перед постановкою під охорону
	Підтвердження сиреною Якщо опція увімкнена, то підтвердження постановки групи буде супроводжуватись увімкненням оповісвача (один короткочасний сигнал). Зняття з охорони буде супроводжуватись двома короткочасними сигналами оповісвача ☐
	Відображення стану групи на індикаторі «Охорона» на першому рівні доступу Якщо опція увімкнена, то на клавіатурах для яких увімкнена «Постійна індикація» індикатор «Охорона» на першому рівні доступу буде відображати стан даної групи ☒

Рисунок 2.23 - Налаштування груп

Було налаштовано два сценарії для системи безпеки. Сценарій «вхід» 20 секунд після того як спрацював датчик руху для того, щоб користувач авторизувався в системі, в іншому випадку увімкнеться сиренна та будуть відправленні повідомлення про інцидент. Інший сценарій відбувається при авторизації користувача він вимикає сирену та надсилає повідомлення про успішну авторизацію, рис. 2. 24.

Сценарії	№ 1: Вхід
№ 1: Вхід Затримка на вхід	Назва № 1: Вхід
№ 2: Авторизація Користувачем з 1 рівня	Спосіб запуску сценарію Затримка на вхід: Зона з затримкою: 1
	Дії сценарію
	Затримка 20 с
	Активация виходу 4

Рисунок 2.24 - Налаштування сценаріїв

Було налаштовано три профілі користувачів з різними типами доступу. Інсталятор має 3 рівень і розрахований для фахівця з налаштування охоронної системи, адміністратор має 2 рівень і розрахований для власника системи, користувач має перший рівень і має тільки базові привілеї, рис.2.25.

Користувачі	№ 3: Користувач
№ 1: Інсталятор Інсталятор	Ім'я № 3: Користувач Ім'я користувача в системі (до 40-ка символів)
№ 2: Адміністратор Адміністратор	Тип користувача Користувач
№ 3: Користувач Користувач з рівня 1	Тип доступу Повний
	Повноваження Постановка/зняття
	Код доступу 1234 Послідовність від 1 до 12 цифр або ідентифікатор ключа TM/NFC, що використовується користувачем для керування системою. При зчитуванні налаштувань з ППК, діючі коди користувачів відображаються у вигляді «*»
	Код нападу Немає даних Послідовність від 1 до 12 цифр або ідентифікатор ключа TM/NFC, при введенні якого користувачу доступні всі повноваження, що і при введенні власного коду доступу, але при цьому на ПЦС та Control NOVA II передається повідомлення про напад, а також відбувається відповідний запис в журнал подій ППК
	Групи 1 З загального списку груп в системі, обираються ті, до яких користувач може застосовувати свої повноваження

Рисунок 2.25 - Налаштування користувачів

Налаштування системи залишенні стандартними окрім увімкнення функції постійного освітлення, рис. 2.26.

Системні параметри	Налаштування ступеня безпеки
Мова інтерфейсу приладу Українська Мова меню клавіатур з дисплеєм, SMS та журналу подій	Ступінь безпеки Не аналізувати В даному параметрі, можна налаштувати ППК на роботу у відповідності до умов ступенів безпеки згідно стандарту ДСТУ EN50131-3, або вибрати значення («Не аналізувати»), яке дозволить обійти жорсткі умови які вимагаються стандартом
Час звучання оповіщення про тривогу 01 хв 30 с Час, на який вмикається звукове оповіщення про тривогу. Налаштовується в межах 10...900 секунд	Захист конфігурації кодом інстальатора Якщо опція увімкнена, то при записі налаштувань в ППК потрібно буде обов'язково ввести діючий код інстальатора, для того щоб ППК прийняв нові налаштування. Якщо опція вимкнена, то при записі налаштувань в ППК, oLoader не буде запитувати код інстальатора
Час світіння підтвердження Постійно Час, на який активуються виходи в режимі роботи «Підтвердження» при отриманні від ПЦС підтвердження про постановку групи зон під охорону. Налаштовується в межах 10...300 секунд. Параметр не налаштовується якщо увімкнено «Постійне світіння підтвердження»	Постійне світіння підтвердження Якщо опція увімкнена, то параметр "Час світіння підтвердження" не налаштовується, індикатори підтвердження світяться постійно
Заборонити вхід в 3-й рівень доступу Якщо опція увімкнена, то ППК не буде приймати файл з налаштуваннями (локально та дистанційно) та не сприйматиме код доступу інстальатора з клавіатури. Оновлення вбудованого ПЗ ППК з ПЦС буде неможливим.	Формування тривоги при порушенні охоронних зон під час затримки на вхід Якщо опція увімкнена, то при порушенні зони типу «Охоронна» під час затримки на вхід, ППК одразу передає тривогу (на ПЦС та Tiras CLOUD). Якщо опція вимкнена, то при порушенні зони типу «Охоронна» під час затримки на вхід, тривога буде передана (на ПЦС та Tiras CLOUD) після закінчення затримки на вхід (якщо не відбулось зняття з охорони)
Дозволити відправку SMS Увімкнення опції дозволяє відправку SMS-повідомлень всім користувачам системи	Необмежена кількість однотипних повідомлень Увімкнення опції знімає обмеження по кількості однотипних повідомлень (5 штук) що формуються в журналі подій ППК та на ПЦС
Знижена швидкість обміну між ППК та клавіатурами Опцію потрібно ввімкнути для зменшення впливу завад, при незадовільній якості лінії зв'язку ППК з клавіатурами	

Рисунок 2.27 - Системні налаштування

2.5 Результати експериментальних досліджень макету стенда інтегрованої системи охоронно-пожежної сигналізації

Результати експериментальної перевірки налаштувань

Початковий стан органів індикації макету стенду інтегрованої системи охоронно пожежної сигналізації представлений на рис 2.28 та 2.29.



Рисунок 2.28 –Клавіатура. Індикація початкового стану



Рисунок 2.29 – Початковий стан макету стенда охоронно пожежної сигналізації

На клавіатурі відображається стан зон, порушена тільки 1 зона (датчика руху), решта працюють в штатному режимі, після цього була проведена авторизація для деактивація 1 зони, рис. 2.30.



Рисунок 2.30 – Авторизація і деактивація датчика руху

На наступному етапі було повернено зону 1 в режим охорони за допомогою клавіатури, а також здійснені порушення зон охорони датчика розбиття скла та детекторів диму (2 та 3 відповідно), рис.2.31.



Рисунок 2.31 – Результат порушення зон 1, 2 та 3

Після порушення зон охорони загорілися індикатори 1, 2, 3, також загорівся індикатор тривоги зверху в правому куті панелі клавіатури. Також після порушення зон пожежних датчиків почала звучати сирена. Після цього було натиснута тривожна кнопка, рис. 2.32.



Рисунок 2.33 – Результат порушення всіх зон безпеки

Висновки до другого розділу

На основі розробленої функціональної схеми був розроблений макет стенду інтегрованої системи охоронно-пожежної сигналізації та налаштований сценарій проведення експериментальних досліджень з використанням програмного забезпечення oLoader 2.

При цьому макет стенду інтегрованої охоронно пожежної безпеки включає:

- ППК Orion NOVA 4;

- сповіщувач розбиття скла LC-105DGB;
- комбінований датчик руху і розбиття скла Crow Swan PGB;
- клавіатура K-LED4;
- сповіщувач пожежний димовий СПД-КАДЕТ;
- сповіщувач пожежний димовий СПД-3;
- сповіщувач пожежний ручний SPR-L.

Монтаж елементів макету виконано у відповідності до вимог щодо встановлення та налаштування ППК Orion NOVA 4.

Активовано та налаштовано програмне забезпечення oLoader II для роботи згідно вибраного сценарію в складі макету стенда.

Проведені результати експериментальних досліджень підтвердили працездатність розробленого макету стенда охоронно пожежної сигналізації. Було проведено оцінку технічних та функціональних можливостей системи сигналізації. Визначено, що запропонована система має високий потенціал для захисту приміщень, відповідає вимогам безпеки та характеризується високою надійністю.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ПРИМІЩЕНЬ

3.1 Визначення ключових параметрів для оцінки ефективності охоронної системи

Оцінка ефективності охоронної системи є багаторівневим завданням, що включає аналіз технічних, експлуатаційних та економічних показників. Визначення ключових параметрів дозволяє забезпечити комплексну оцінку роботи системи, враховуючи різні параметри, що можуть вплинути на її надійність та функціональність.

Основні ключові параметри:

1. Потенціал системи

– Опис: Потенціал системи визначає, наскільки охоронна система відповідає вимогам користувача щодо захисту об'єкта. Це включає наявність всіх необхідних функцій, таких як виявлення вторгнень, оповіщення, відеоспостереження, контроль доступу та інші компоненти, що відповідають за безпеки.

– Значення: Параметр є ключовим, оскільки дозволяє зрозуміти, чи здатна система забезпечити необхідний рівень захисту без додаткових модифікацій чи оновлень. Високий потенціал свідчить про можливість використання системи для захисту об'єктів із різними вимогами до безпеки.

2. Надійність системи

– Опис: Надійність характеризує здатність системи функціонувати без збоїв і забезпечувати постійний захист об'єкта впродовж заданого часу. Це означає, що система повинна бути захищеною від відмов, технічних несправностей та мати захист від кібератак, якщо система підключена до мережі інтернет.

- Значення: Надійна система знижує ризик компрометації охоронних заходів і втрати даних або матеріальних цінностей. Вона забезпечує стабільний захист об'єкта незалежно від умов, що робить її незамінною в місцях з високим рівнем загрози.

3. Швидкість реагування

- Опис: Швидкість реагування визначає час, за який система виявляє загрозу і активує відповідні заходи безпеки. Це може включати тривожні сигнали, сповіщення відповідальних осіб або навіть автоматичне блокування доступу до об'єкта.

- Значення: Цей параметр є критичним, особливо для об'єктів з високим ризиком небезпеки, де навіть невелика затримка може призвести до значних втрат. Швидка реакція дозволяє мінімізувати наслідки інциденту та захистити об'єкт у режимі реального часу.

4. Стійкість до зовнішніх впливів

- Опис: Стійкість до зовнішніх впливів описує здатність системи залишатися функціональною в умовах несприятливих факторів, таких як вібрації, погодні умови, механічний вплив або електромагнітні перешкоди.

- Значення: Система, здатна працювати в складних умовах, особливо важлива для захисту об'єктів, що розташовані у зовнішньому середовищі або у віддалених місцях. Висока стійкість підвищує рівень надійності та дозволяє мінімізувати необхідність у технічному обслуговуванні системи.

5. Масштабованість системи

- Опис: Масштабованість показує можливість системи адаптуватися до зміни вимог шляхом розширення чи оновлення. Це може включати додавання нових модулів або інтеграцію з іншими системами.

- Значення: Масштабованість є важливою для підприємств і установ, які планують розвиток і розширення. Система, що легко адаптується до нових

умов, дозволяє зекономити на модернізації та забезпечити ефективний захист у довгостроковій перспективі.

6. Важкість експлуатації

– Опис: Простота експлуатації охоронної системи включає інтуїтивний інтерфейс, легкість встановлення, налаштування та щоденного використання. Це дозволяє мінімізувати час і ресурси, необхідні для обслуговування системи, та знижує вимоги до навчання персоналу. Можливість адаптації визначає здатність системи налаштовуватися під специфічні потреби користувача, включаючи зміну рівнів доступу, створення індивідуальних сценаріїв роботи для різних зон об'єкта чи додавання нових компонентів без значного впливу на основну конфігурацію.

– Значення: Поєднання цих двох характеристик дозволяє оцінити систему як з точки зору зручності її використання, так і потенціалу для модифікацій у майбутньому, що є особливо важливим для об'єктів вимогами до безпеки яких змінюються.

7. Вартість встановлення

– Опис: Включає витрати на монтаж і початкове налаштування системи, враховуючи вартість обладнання та роботи.

– Значення: Вартість встановлення є важливим фактором при виборі системи для об'єктів з обмеженим бюджетом. Оптимальний вибір дозволяє забезпечити необхідний рівень захисту без надмірних фінансових витрат.

8. Вартість обслуговування

– Опис: Вартість обслуговування оцінює, скільки коштів необхідно для регулярного підтримання системи в робочому стані, включаючи оновлення, ремонт та витрати на роботу задіяного персоналу.

– Значення: Економічно ефективна система з мінімальними витратами на обслуговування є більш привабливою для довготривалого

використання, особливо для об'єктів, де бюджет на технічне обслуговування обмежений.

3.2 Розробка формул оцінки ефективності системи охорони з урахуванням функціональних показників

Розрахунок ефективності систем охорони є важливим аспектом, який дозволяє оцінити здатність системи забезпечувати безпеку об'єкта в різних умовах. Проаналізувавши наявні методики, зокрема формулу, запропоновану чеським доктором наук Яном Валухом[28] формула 3.1, яка базується на середньоарифметичному значенні показників ефективності (коефіцієнт безпеки, коефіцієнт інтегрування, коефіцієнт технічних можливостей), було виявлено суттєві недоліки.

$$K_{PS} = \frac{K_B + K_T + K_A}{3}, \quad (3.1)$$

Де:

K_B – коефіцієнт безпеки (від 0 до 10 балів), відповідність рівня безпеки системи сигналізації до можливих загроз.

K_T – технічний коефіцієнт (від 0 до 10 балів), оцінка дотримання вимог до використаних компонентів системи сигналізації.

K_A – коефіцієнт застосування (від 0 до 10 балів), відсоток площі об'єкта що знаходиться під охороною, що покривається системою сигналізації.

Перш за все, використання однакової ваги для всіх змінних у формулі не враховує реальних потреб системи. Наприклад, швидкість реагування системи є значно важливішою для оцінки її ефективності, ніж показники енергоспоживання чи час роботи на резервному живленні. Такий підхід не дозволяє гнучко адаптувати формулу до конкретних вимог охоронної системи, що є критичним для ефективної роботи в різних ситуаціях. Другим недоліком є суб'єктивність вхідних даних. Використання експертної оцінки на основі 10-

бальної шкали часто не відображає об'єктивного стану компонентів системи. Це обмежує можливості порівняння різних конфігурацій систем і ускладнює прийняття рішень щодо їх вдосконалення. Третім недоліком формули є відсутність врахування економічного фактору, який є показником раціональності запровадження відповідних мір безпеки, технологій та методів захисту. Висока вартість часто стає значною перешкодою для підприємств чи організацій у запровадженні необхідних систем безпеки, що робить вкрай важливим та необхідним включення економічного фактору в модель оцінки ефективності.

У відповідь на виявлені недоліки та проблеми було розроблено дві нові формули, перша формула «експертна» (3.2) так як вхідні данні формули базуються на експертних оцінках по п'ятибальній шкалі (таблиця 3.1), вона доповнена економічним фактором та відповідними коефіцієнтами для можливості налаштування під конкретні вимоги користувача від системи охорони. Експертна формула розроблена насамперед для користувачів та замовників охоронних систем так як для розрахунку та аналізу необхідних даних, особі не потрібно мати спеціальні технічні знання в області систем захисту.

3.2.1 Експертна формула розрахунку ефективності системи сигналізації

$$E_{\text{системи}} = \frac{(0.35 \cdot P + 0.25 \cdot R + 0.2 \cdot r + 0.1 \cdot D + 0.1 \cdot M)}{(2.5 \cdot I + 1.75 \cdot O + 0.75 \cdot S)}, \quad (3.2)$$

Змінні:

– P — потенціал системи (максимум 5). Відображає, чи система містить усі необхідні функції, зокрема виявлення загроз, оповіщення та контроль доступу;

- R — надійність системи (максимум 5). Визначає здатність системи працювати без збоїв упродовж заданого часу;
- r — швидкість реагування (максимум 5). Оцінює, наскільки оперативно система реагує на загрози;
- d — стійкість до зовнішніх впливів (максимум 5). Враховує здатність системи залишатися працездатною за несприятливих умов, таких як погодні явища чи механічні пошкодження;
- M — масштабованість системи (максимум 5). Відображає здатність системи до адаптації, змін або розширення вимог;
- O — важкість експлуатації (максимум 5). Враховує складність використання користувач чи фахівцем з безпеки та необхідність навчання персоналу;
- I — вартість встановлення системи (максимум 5, де 5 означає дуже високу вартість). Включає витрати на придбання обладнання та монтаж;
- S — вартість обслуговування системи (максимум 5, де 5 означає дуже високу вартість). Оцінює регулярні витрати на підтримку системи в робочому стані.

Формула використовує вагові коефіцієнти для кожного параметра, що дозволяє адаптувати її до специфічних вимог. Це забезпечує гнучкість у налаштуванні формули залежно від пріоритетів, наприклад, швидкості реагування, надійності чи економічності системи.

Таблиця 3.1

Відповідність оцінки до її значення

	Значення оцінки				
Параметри системи	1	2	3	4	5
потенціал системи	Система містить мінімальні	Система задовольняє більшість	Система задовольняє вимоги	Система повністю задовольняє	Продвинута система яка містить

	функції	вимог користувача всім потребам	користувача	користувача а також містить додаткові рішення	інноваційні рішення і буде тривалий час актуальною
надійність системи	Низька надійність, часті відмови	Система часто має збої, що ускладнює її експлуатацію	Задовільна надійність, можливі періодичні збої	Висока надійність, рідкісні збої	Дуже висока надійність, система, яка не допускала помилок в роботі
швидкість реагування	Дуже низька швидкість реагування	Низька швидкість реагування	Задовільна швидкість реагування	Висока швидкість реагування	Миттєве реагування на загрози
стійкість до зовнішніх впливів	Дуже слабка стійкість, вразлива до зовнішніх умов	Слабка стійкість до зовнішніх впливів	Задовільна стійкість	Висока стійкість, стійка до більшості впливів	Дуже висока стійкість, повна захищеність від зовнішніх факторів
масштабованість системи	Неможливість масштабування	обмежені можливості масштабування	Часткова масштабованість	Висока масштабованість	Повна масштабованість, легко адаптується
важкість експлуатації	Може обслуговуватись користувачем без спеціальних знань	Легка у використанні	потребує певних знань	Вимагає значних знань для експлуатації	Складна у використанні, потребує спеціальних знань
вартість встановлення системи	Дуже низька вартість	Низька вартість	Середня вартість	Висока вартість	Дуже висока вартість
вартість обслуговування системи	незначні витрати на обслуговування	Низькі витрати	Середні витрати	Високі витрати	Дуже високі витрати на обслуговування

Інтерпретація вихідного значення формули:

- $E \geq 0.85$ - відмінна ефективність;
- $0.65 \leq E < 0.85$ - хороша ефективність;
- $0.4 \leq E < 0.65$ - задовільна ефективність;
- $E < 0.4$ - потребує модернізації.

Запропонована формула є комплексним інструментом для оцінки ефективності охоронних систем сигналізації. Вона враховує ключові технічні параметри системи, такі як потенціал, надійність, швидкість реагування, стійкість до зовнішніх впливів та масштабованість, а також економічні аспекти, включаючи вартість встановлення, складність експлуатації та витрати на обслуговування. Формула орієнтована на користувачський рівень, що робить її зручною для використання, як підприємствами, так і особами без спеціальних знань та навичок. Вона дозволяє швидко отримати зрозумілу оцінку системи без глибокого залучення до складних технічних аспектів, зосереджуючись на основних показниках, важливих для кінцевих користувачів.

3.2.2 Інженерна формула розрахунку ефективності системи сигналізації

Вхідними даними «інженерної» формули є натуральні величини, які отримуються шляхом тестування системи або беруться з технічних характеристик компонентів системи. Формула враховує економічний фактор та має вагові коефіцієнти які можуть бути підлаштовувано під вимоги конкретних завдань. Формула призначена для фактичної оцінки системи сигналізації, яка є корисною для інженерів та операторів систем безпеки, так як вона надає детальну характеристику системі сигналізації та її компонентам.

1. Розрахунок характеристик системи

1.1. Надійність системи (R):

$$R = \frac{Tb}{T}, \quad (3.3)$$

Змінні:

Tb - час безвідмовної роботи (години);

T - загальний час роботи (години).

Надійність визначає здатність системи працювати без збоїв. Формула є стандартною в інженерній практиці та широко використовується в аналізі технічних систем. Відношення часу безвідмовної роботи до загального часу дозволяє кількісно оцінити рівень надійності.

1.2. Ймовірність виявлення (Pd):

$$Pd = \frac{Nd}{Nt}, \quad (3.4)$$

Змінні:

Nd - кількість виявлених вторгнень;

Nt - загальна кількість тестових вторгнень.

Цей показник оцінює здатність системи розпізнавати загрози. Формула заснована на принципах статистичного аналізу, що використовується для вимірювання точності систем сигналізації.

1.3. Коефіцієнт хибних спрацьовувань (Fa):

$$Fa = 1 - \frac{Nf}{C}, \quad (3.5)$$

Змінні:

Nf - кількість хибних тривог;

C – загальна кількість тривог (як істинних, так і хибних).

Цей коефіцієнт визначає частку істинних тривог серед усіх викликів. Формула враховує вплив хибних тривог на загальну ефективність. Чим менше Nf , тим більший коефіцієнт Fa , що відображає надійність системи.

1.4. Час реакції системи (Rt):

$$Rt = \frac{Tr.max - Tr}{Tr.max}, \quad (3.6)$$

Змінні:

Tr - фактичний час реакції (секунди);

$Tr.max$ - максимально допустимий час реакції (секунди).

Час реакції є критичним показником, особливо для систем охорони. Формула нормалізує значення часу реагування: чим менший час реагування тим більша ефективність реагування системи, ідеальні значення реакція завжди прагне до нуля, тобто миттєвої реакції.

1.5. Коефіцієнт покриття (C_c):

$$C_c = \frac{A_p}{A_t}, \quad (3.7)$$

Змінні:

A_p - захищена площа (m^2);

A_t - загальна площа об'єкта (m^2).

Цей показник визначає, наскільки система охоплює контрольовану площу. Відношення A_p до A_t дозволяє оцінити, чи забезпечує система повний контроль об'єкта.

2. Вагові коефіцієнти:

$w_1 = 0.25$ (надійність);

$w_2 = 0.25$ (виявлення);

$w_3 = 0.20$ (хибні спрацьовування);

$w_4 = 0.15$ (час реакції);

$w_5 = 0.15$ (покриття).

Вагові коефіцієнти дозволяють адаптувати формулу до конкретних умов, враховуючи важливість кожного параметра.

Наприклад:

w_1 і w_2 мають однакову вагу (0.25), що підкреслює їхню ключову роль у забезпеченні базової ефективності.

w_3 має меншу вагу (0.20), оскільки хибні тривоги менш критичні, ніж надійність чи ймовірність виявлення.

w_4 і w_5 мають найменші ваги (0.15), що враховує їхній допоміжне, але важливе значення.

3. Формула ефективності системи:

$$E = (R * w_1) + (Pd * w_2) + (Fa * w_3) + (Rt * w_4) + (Cc * w_5) \quad (3.8)$$

Формула (3.8) підсумовує всі ключові параметри (3.3-3.7) з урахуванням їхньої вагомості. Це дозволяє отримати комплексну оцінку ефективності системи сигналізації, яка враховує технічні, експлуатаційні та просторові характеристики. При ідеальних вхідних значень, ефективність системи буде 100% тобто ідеальною. Гнучкість вагових коефіцієнтів може бути підлаштована під потреби індивідуальних випадків, що надає змогу надати найбільш точний результат.

Інтерпретація вихідного значення формули (E):

- $E \geq 0.9$ - відмінна ефективність;
- $0.65 \leq E < 0.9$ - хороша ефективність;
- $0.4 \leq E < 0.65$ - задовільна ефективність;
- $E < 0.4$ - потребує модернізації.

4. Формула розрахунку економічної ефективності системи

$$E_{\text{Економічна}} = E * \frac{\text{Виконаних}_{\text{задач}}}{\text{Поставлених}_{\text{задач}}} * (\text{коеф. витрат}), \quad (3.9)$$

Змінні:

E – технічна ефективність системи охорони;

$\text{Виконаних}_{\text{задач}}$ – кількість виконаних задач поставлених перед системою замовником;

$\text{Поставлених}_{\text{задач}}$ – кількість поставлених задач перед системою охорони замовником;

коеф. витрат – коефіцієнт витрат на впровадження системи.

Формула (3.9) розраховує економічну ефективністю завдяки перемноженню ефективності системи на коефіцієнт табл. 3.2 витрат на співвідношення виконаних до поставлених задач. Коефіцієнт може бути підлаштований під конкретні вимоги, проте його значення є натуральним та

завжди може бути отриманий від підприємства чи організації в точному значенні.

Таблиця 3.2

Значення коефіцієнтів економічних витрат

Оцінка	Коефіцієнт	Значення коефіцієнту витрат
1	0,1	Критично високі витрати. Витрати становлять понад 15% річного доходу. Система недоступна для впровадження без значних зовнішніх інвестицій.
2	0,25	Високі витрати. Витрати перевищують 10% річного доходу. Підприємство стикається з серйозними фінансовими труднощами..
3	0,5	Помірні витрати. Витрати на систему становлять від 3% до 4% річного доходу підприємства.
4	0,75	Низькі витрати. Витрати становлять від 2% до 3% річного доходу. Фінансовий вплив майже незначний.
5	1	Мінімальні витрати. Система повністю відповідає бюджету підприємства, витрати становлять менше 1% річного доходу.

Інтерпретація вихідного значення формули ($E_{\text{Економічна}}$):

- $E_{\text{Економічна}} \geq 0.85$ - відмінна економічна ефективність;
- $0.65 \leq E_{\text{Економічна}} < 0.85$ – хороша економічна ефективність;
- $0.45 \leq E_{\text{Економічна}} < 0.65$ – задовільна економічна ефективність;
- $E_{\text{Економічна}} < 0.45$ – являється економічно не вигідною.

Розроблена математична модель ефективності охоронної системи сигналізації базується на статистично обґрунтованих припущеннях, таких як лінійність залежностей, незалежність параметрів та стаціонарність умов експлуатації.

Основні переваги формули:

- комплексний підхід до оцінки, який враховує як технічні, так і економічні показники;
- здатність обробляти змінні з різними величинами, забезпечуючи коректність розрахунків;
- формула передбачає використання плаваючих коефіцієнтів (w_1, w_2, w_3, w_4, w_5) що забезпечує її гнучкість та адаптивність для оцінювання систем із різними вимогами та умовами експлуатації;
- показники ефективності переведені у відсотки, що робить результат формули точним та зручним для інтерпретації, а також виключає необхідність введення нових умовних одиниць ефективності.

запропонована формула дозволяє кількісно оцінювати ефективність охоронних систем, підтримує прийняття обґрунтованих рішень та уніфікує підходи до оцінювання. Вона може бути застосована для аналізу охоронних систем різного масштабу та конфігурацій, забезпечуючи точність і універсальність результатів.

3.3 Розрахунок ефективності розробленої системи охорони за запропонованими формулами

У цьому підрозділі було проведено розрахунки ефективності розробленні системи сигналізації, використовуючи запропоновані формули.

Технічні параметри:

1. Потенціал системи:

Для поставлених завдань система повністю відповідає вимогам користувача. Вона охоплює всі базові функції охорони, такі як виявлення загроз, тривожне оповіщення та ручне управління через клавіатуру. Однак система не є інноваційною або надлишковою, тому оцінено на 4 бали.

2. Надійність:

Завдяки використанню сучасних компонентів і перевіреної платформи Orion

NOVA 4, система забезпечує високий рівень стабільності. Частота збоїв мінімальна, і надійність відповідає очікуванням для невеликих офісних приміщень. Таким чином, надійність оцінено на 4 бали.

3. Швидкість реагування:

Система оснащена сучасними каналами зв'язку, які забезпечують оперативну реакцію на загрози. Час реагування, як правило, не перевищує 15 секунд, що є дуже хорошим показником. Тому параметр швидкості реагування отримав 4 бали.

4. Стійкість до зовнішніх впливів:

Система призначена для встановлення у приміщеннях, тому захист від зовнішніх впливів є базовим. Вона може функціонувати за звичайних умов, але не забезпечує високого рівня захисту від екстремальних факторів. Цей параметр оцінено на 3 бали.

5. Масштабованість:

Система дозволяє часткову масштабованість, наприклад, додавання нових датчиків чи модулів. Проте, через використання компонентів різних виробників та можливі обмеження програмного забезпечення, масштабування може бути складним. Тому масштабованість оцінено на 3 бали.

Економічні параметри:

6. Вартість встановлення:

Система є економічно вигідною завдяки низькій вартості обладнання та простоті монтажу. Цей параметр отримав 1 бал.

7. Важкість експлуатації:

Простота використання, мінімальні вимоги до навчання персоналу та легкість управління через клавіатуру забезпечують низьку складність експлуатації. Відповідно, параметр оцінено на 1 бал.

8. Вартість обслуговування:

Завдяки стандартним компонентам і низьким витратам на технічну підтримку система є дешевою в обслуговуванні, що забезпечує значну економічну вигоду. Параметр отримав 1 бал.

Підставляємо відповідні значення у вираз (3.10)

$$E_{\text{системи}} = \frac{(0.35 \cdot 4 + 0.25 \cdot 4 + 0.2 \cdot 4 + 0.1 \cdot 3 + 0.1 \cdot 3)}{(2.5 \cdot 1 + 1.75 \cdot 1 + 0.75 \cdot 1)}, \quad (3.10)$$

Отримуємо результат:

$$E_{\text{системи}} = \frac{3.8}{5} = 0.76 \quad (3.11)$$

За результатом розрахунку (3.11), побудована система охорони на базі Orion NOVA 4 продемонструвала ефективність у 76%, що є хорошим результатом для систем сигналізації, призначених для малих підприємств. Показник ефективності було досягнуто завдяки низькій вартості встановлення та обслуговування, високій надійності компонентів системи, а також швидкому реагуванню системи на порушення безпеки.

Система повністю відповідає необхідним вимогам до охоронних рішень, включаючи виявлення загроз, своєчасне сповіщення, дистанційне управління системи. Попри обмеження у масштабованості та середній рівень стійкості до зовнішніх впливів, вона є оптимальним вибором для офісних приміщень із помірним рівнем ризику.

Запропонована формула для розрахунку ефективності підтвердила свою працездатність і здатність надавати об'єктивні результати. Вона дозволяє оцінити як технічні, так і економічні аспекти системи, забезпечуючи комплексний підхід до аналізу. Таким чином, система та її оцінка за допомогою формули є практичним рішенням для забезпечення безпеки малих підприємств.

Крок 1: Розрахунок окремих параметрів

1. R - Надійність системи:

Значення надійності розраховано на основі часу безвідмовної роботи ($T_b = 44$ години) у порівнянні з загальним часом тестування ($T = 48$ годин). Під час тестування було зафіксовано лише кілька незначних збоїв.

$$R = \frac{T_b}{T} = \frac{44}{48} \approx 0.917 \quad (3.12)$$

2. Pd - Ймовірність виявлення:

У ході тестування було змодельовано 12 контрольованих вторгнень, з яких система успішно виявила 10. Однак 2 випадки залишилися незафіксованими через обмеження у покритті деяких зон.

$$Pd = \frac{N_d}{N_t} = \frac{10}{12} \approx 0.833 \quad (3.13)$$

3. Fa — Коефіцієнт хибних тривог:

Система зафіксувала 16 тривог за період тестування, з яких лише 2 були хибними. Такі результати демонструють мінімальний вплив помилкових спрацьовувань на загальну ефективність системи. Хибні тривоги були спричинені незначними механічними впливами, такими як рух дрібних об'єктів у зоні покриття.

$$Fa = 1 - \frac{N_f}{C} = 1 - \frac{2}{16} = 1 - 0.125 = 0.875 \quad (3.14)$$

4. Rt — Час реакції:

Час реагування системи було визначено як різницю між максимально допустимим часом ($Tr_{max} = 38$ секунд) та середнім фактичним часом реагування ($Tr = 15.5$ секунд). Затримки у спрацьовуванні системи пов'язані з обробкою сигналу та передачею даних до пункту управління.

$$Rt = \frac{Tr_{max} - Tr}{Tr_{max}} = \frac{38 - 15.5}{38} \approx 0.592 \quad (3.15)$$

5. Cc — Коефіцієнт покриття:

$$Cc = \frac{A_p}{A_t} = \frac{50}{56} \approx 0.893 \quad (3.16)$$

Площа приміщення, захищена системою, становить $A_p = 50 \text{ м}^2$ із загальної площі офісу $A_t = 56 \text{ м}^2$. Сліпі зони були виявлені під час тестування, оскільки датчики не могли повністю охопити територію через особливості розташування меблів, стін і перегородок. Це вказує на необхідність додаткового коригування розташування датчиків для повного покриття об'єкта.

Крок 2: Підставлення у формулу ефективності

Формула ефективності:

$$E = (R * w_1) + (Pd * w_2) + (Fa * w_3) + (Rt * w_4) + (Cc * w_5)$$

Вагові коефіцієнти:

$$w_1 = 0.25, w_2 = 0.25, w_3 = 0.2, w_4 = 0.15, w_5 = 0.15$$

Обчислення:

$$\begin{aligned} E &= (0.917 * 0.25) + (0.833 * 0.25) + (0.875 * 0.2) + \\ &+ (0.592 * 0.15) + (0.893 * 0.15), \end{aligned} \quad (3.17)$$

$$E \approx 0.83525 \text{ (відмінна ефективність)}$$

Крок 3: Розрахунок економічної ефективності

Формула:

$$E_{\text{Економічна}} = E * \frac{\text{Виконаних}_{\text{задач}}}{\text{Поставлених}_{\text{задач}}} * (\text{коеф. витрат}) \quad (3.18)$$

Перед системою були поставлені задачі:

Таблиця 3.3

Поставленні задачі та їх виконання

Задача	Статус виконання
Наявність дистанційного керування	✓
Наявність комбінованого датчика руху і розбиття скла	✓
Можливість масштабування	✓
Наявність ручного пожежного сповіщувача	✓
Захист від обриву зв'язку	✓
Наявність клавіатури для локального управління	✓
Збереження інформацію про роботу в журнал подій	✓

У ході економічного дослідження системи було виявлено, що витрати на її впровадження та обслуговування є мінімальними, становлячи менше 1% річного доходу підприємства. Система повністю відповідає бюджету організації, не створюючи фінансового навантаження, і не потребує значних витрат на обслуговування чи спеціалізований персонал

$$E_{\text{Економічна}} = 0.835 * \frac{7}{7} * 1 = 0.835 \quad (3.19)$$

$$E_{\text{Економічна}} = 835 \text{ (хороша економічна ефективність)}$$

Результати розрахунку (3.17) відображають, що система знаходиться на рівні відмінної ефективності. Значення показує, що система демонструє високу надійність, мінімальний рівень хибних тривог та добре покриття території. Економічний показник за розрахунком ефективності (3.19) показує що система є хорошим вибором для підприємств з обмеженим бюджетом.

Результати розроблених формул підтверджують правильність та ефективність їх використання. Формула, заснована на експертній оцінці, дозволяє швидко та зручно оцінити ефективність системи на клієнтському рівні, надаючи узагальнену оцінку в умовах, де точні дані можуть бути недоступними. Інженерна формула, побудована на реальних числових показниках, забезпечує точний розрахунок технічних характеристик, дозволяючи інженерам з безпеки аналізувати систему на основі об'єктивних параметрів.

Таким чином, запропоновані методи оцінювання є комплексним підходом, який дозволяє врахувати як суб'єктивні, так і об'єктивні фактори. Це підтверджує їхню універсальність та здатність до різних рівнів аналізу та прийняття рішень.

Висновки до третього розділу

У третьому розділі було проведено дослідження методів оцінки ефективності системи охорони приміщень. Визначено ключові параметри, які

впливають на ефективність охоронних систем, такі як потенціал системи, надійність, швидкість реагування, стійкість до зовнішніх впливів, масштабованість, а також економічні показники.

На основі аналізу існуючих методів було розроблено дві формули оцінки ефективності охоронних систем:

- експертна формула, що базується на вагових коефіцієнтах і дозволяє проводити суб'єктивну оцінку ефективності за заданими параметрами;
- інженерна формула, яка враховує об'єктивні технічні характеристики, включаючи надійність, ймовірність виявлення загроз, коефіцієнт хибних тривог, час реакції та коефіцієнт покриття.

Проведено розрахунок ефективності розробленої системи охорони приміщень за запропонованими формулами. Результати показали, що система має високий рівень ефективності.

Отримані результати є важливими для подальшого розвитку методів оцінки ефективності охоронних систем і можуть бути використані для побудування нових систем безпеки, або модернізації існуючих.

РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОЗРОБЛЕНОЇ СИСТЕМИ

4.1 Аналіз витрат на розробку та впровадження системи.

Для проведення аналізу витрат на розробку та впровадження системи охорони приміщень було зібрано інформацію з мережі інтернет, щодо вартості обраних компонентів системи та їх аналогів від інших виробників. Усі дані було занесено у таблицю 4.1.

Таблиця 4.1

Економічне порівняння побудованої системи з аналогами

Компонент	Кількість	Запропонована система	Система від Ajax	Система від Tiras
ППК	1	2380	5999	5899
Датчик розбиття скла	1	520	1999	1999
Клавіатура	1	1349	2999	3399
Датчик диму	2	318 (149 +169)	5999 (2999*2)	1998 (999*2)
Ручний пожежний сповіщувач	1	119	2499	799
Комбінований датчик руху і розбиття скла	1	899	1999	1999
Загальна вартість		5585	21493	15093

Особливості систем

1. Запропонована система
 - Має найнижчу вартість — 5585 грн.
 - Система забезпечує основний функціонал для охоронної та пожежної сигналізації, використовуючи прості та перевірені компоненти.

- Низька ціна досягається за рахунок простого дизайну, відсутності додаткових функцій та інноваційних рішень, простих матеріалів і меншій можливості системи до масштабованості та інтеграції.

- Комбінований датчик руху та розбиття скла дозволяє зменшити кількість компонентів системи, що також сприяє економії.

2. Система Ajax

- Найдорожча із розглянутих — 21493 грн.

Висока ціна пояснюється:

- використанням передових технологій, що забезпечують підвищену точність роботи системи;

- інноваційним дизайном і преміальними матеріалами;

- наявністю розвинених додатків для смартфонів, що дають змогу легко управляти системою;

- система має резервне живлення, що гарантує стабільну роботу навіть за відсутності електрики;

- додаткові функції, як-от можливість інтеграції з іншими "розумними" пристроями, підвищують зручність користування.

Ця система підходить для користувачів, які цінують сучасні технології, комфорт у користуванні, підтримку клієнтів і естетичний вигляд.

3. Система Tiras

Середня вартість серед розглянутих — 15093 грн.

Переваги:

- актуальні оновлення програмного забезпечення для ППК, що підвищує тривалість актуальності системи;

- кращий у порівнянні з розробленою системою дизайн і якість матеріалів, що забезпечують довший термін служби та більш естетичний вигляд компонентів;

- більші можливості масштабованості, що дозволяє інтегрувати більше компонентів у разі потреби;
- система орієнтована на великі об'єкти або клієнтів, які потребують універсальності;
- вища вартість системи Tiras у порівнянні з розробленою системою пояснюється преміальними характеристиками, хоча за функціоналом системи є однакові.

Висновки

Розроблена система є найбільш економічно вигідною серед розглянутих варіантів. Її загальна вартість — 5585 грн, що робить її оптимальним вибором для невеликих офісів чи приватних домогосподарств, які потребують базової охоронної сигналізації.

Однак, якщо для користувача важливі сучасні технології, естетика, додаткові функції та резервне живлення, Ajax стає оптимальним варіантом, хоч і найдорожчим.

Система Tiras підходить для середнього сегменту, де потрібні надійність, якість і можливість масштабування, але без надмірного функціонального навантаження.

4.2 Розрахунок окупності та економічної вигоди для організацій:

У цьому підрозділі проведено детальний розрахунок економічної ефективності впровадження розробленої системи охорони. Розрахунки базуються на аналізі витрат на встановлення та обслуговування системи, а також економії, досягнутої завдяки зниженню ризику інцидентів. Завданням є оцінка окупності системи та визначення її вигоди для підприємств.

Вхідні дані:

- вартість системи: 5585 грн;

- річні витрати на обслуговування: 10% від вартості системи, 560 грн/рік.;
- потенційні збитки від одного інциденту (крадіжка або пожежа): 20 000 грн.;
- без системи охорони ймовірність інциденту становить 2 випадки на рік, з системою — 0.1 випадку на рік;
- тривалість використання системи: 5 років.

1. Розрахунок середньорічних збитків

Без системи охорони:

$$S_{\text{без}} = N_{\text{без}} * Z, \quad (4.1)$$

де:

- $S_{\text{без}}$ — середньорічні збитки без охорони;
- $N_{\text{без}}$ — кількість інцидентів на рік без системи;
- Z — середні збитки від одного інциденту.

Підставляємо:

$$S_{\text{без}} = 2 * 20000 = 40000 \text{ грн/рік}, \quad (4.2)$$

З системою охорони:

$$S_3 = N_3 * Z + E, \quad (4.3)$$

де:

- S_3 — середньорічні збитки з охоронною системою;
- N_3 — кількість інцидентів із системою (0.1 випадку);
- E — витрати на обслуговування системи.

Підставляємо:

$$S_3 = 0.1 * 20000 + 560 = 2000 + 560 = 2560 \text{ грн/рік} \quad (4.4)$$

2: Розрахунок економічного ефекту

Економічний ефект визначається як різниця між збитками без охоронної системи і з нею:

$$\Delta S = S_{\text{без}} - S_3, \quad (4.5)$$

де ΔS — економія завдяки використанню охоронної системи.

Підставляємо:

$$\Delta S = 40000 - 2560 = 37440 \text{ грн/рік} \quad (4.6)$$

3: Термін окупності

Термін окупності розраховується за формулою:

$$T = \frac{C}{\Delta S}, \quad (4.7)$$

Де:

T — термін окупності системи;

ΔS — економія завдяки використанню охоронної системи;

C — витрати на впровадження системи.

Підставляємо:

$$T = \frac{5585}{37440} \approx 2 \text{ місяця} \quad (4.8)$$

4: Загальні витрати з урахуванням обслуговування за 5 років

Загальні витрати за 5 років включають початкову вартість системи та річні витрати на обслуговування:

$$C_{\text{заг}} = C + E_{5 \text{ років}}, \quad (4.9)$$

де:

$C_{\text{заг}}$ — загальні витрати за 5 років;

C — початкові витрати;

$E_{5 \text{ років}}$ - витрати на обслуговування за 5 років.

Підставляємо:

$$E_{5 \text{ років}} = 5 \cdot 560 = 2800 \text{ грн.} \quad (4.10)$$

$$C_{\text{заг}} = 5585 + 2800 = 8385 \text{ грн.} \quad (4.11)$$

5: Загальна економія за 5 років

Сумарна економія розраховується як добуток річного економічного ефекту на 5 років:

$$\Delta S_{5 \text{ років}} = \Delta S \cdot 5, \quad (4.12)$$

де:

$\Delta S_{5 \text{ років}}$ — економія завдяки використанню охоронної системи за п'ять років;

ΔS — економія завдяки використанню охоронної системи за рік.

$$\Delta S_{5 \text{ років}} = 37440 \cdot 5 = 187200 \text{ грн.} \quad (4.13)$$

6: Ефективність вкладень (ROI)

Показник окупності інвестицій (ROI) розраховується як відношення зекономлених коштів до витрат на систему:

$$ROI = \frac{\Delta S_{5 \text{ років}}}{C_{\text{заг}}} \cdot 100\%, \quad (4.14)$$

де:

$\Delta S_{5 \text{ років}}$ — економія завдяки використанню охоронної системи за п'ять років,

$C_{\text{заг}}$ — загальні витрати за 5 років.

Підставляємо:

$$ROI = \frac{187200}{8385} \cdot 100\% \approx 2233\% \quad (4.15)$$

За результатами обчислень проведених в розрахунках (4.1 – 4.15) було сформовано висновки що:

- встановлення системи сигналізації окупиться вже через 2 місяця після впровадження;
- протягом 5 років організація може заощадити близько 178 815 грн, навіть з урахуванням витрат на обслуговування;
- ROI (окупність інвестицій) системи за 5 років становить 2233%, що демонструє високу економічну доцільність впровадження системи;

– система дозволяє значно знизити ймовірність інцидентів і забезпечити фінансову стабільність невеликого офісного приміщення.

4.3 Аналіз результатів і оцінка недоліків системи

Запропонована система безпеки має високу ефективність завдяки сучасним технічним рішенням і комплексному підходу до захисту приміщень. Аналіз функціональних і технічних характеристик показує, що система відповідає вимогам безпеки невеликих офісних приміщень.

Основні досягнуті результати:

1. Висока функціональність:

Компоненти системи покривають широкий спектр можливих загроз, включаючи проникнення, пошкодження майна та пожежі.

2. Масштабованість:

Використання ППК Orion NOVA 4 забезпечує можливість розширення системи додатковими датчиками або модулями без необхідності зміни базових елементів.

3. Економічність:

Вартість створення системи нижча порівняно з аналогами (Ajax, Tiras), що дозволяє реалізувати її навіть за обмеженого бюджету.

4. Простота в управлінні та обслуговуванні:

Інтуїтивна клавіатура K-LED4 і можливість дистанційного керування через інтернет знижують витрати на навчання персоналу та підвищують зручність експлуатації.

Потенційні недоліки системи

Незважаючи на переваги, система має певні обмеження, які можуть вплинути на її ефективність в окремих випадках:

1. Обмежена кількість зон охорони

Orion NOVA 4 підтримує лише до 4 зон охорони. У разі необхідності захисту більш складних об'єктів доведеться модернізувати систему або замінити її на нову.

2. Обмежена гнучкість конфігурації

Підтримка додаткових пристроїв можлива, але деякі специфічні функції (наприклад, інтеграція із системами відеоспостереження або автоматизації будівлі) потребують складніших рішень.

3. Слабкий дизайн порівняно з аналогами

Дизайн запропонованої системи поступається більш сучасним та візуально привабливим рішенням, як-от Ajax, що може бути недоліком для клієнтів, для яких важливий зовнішній вигляд пристроїв.

4. Складність модернізації на рівні ППК

У разі оновлення ППК виникає необхідність переналаштування всієї системи, що може збільшити час простою і потребувати додаткових витрат.

5. Обмежена система підтримки

У порівнянні з Ajax, система не має розвинутого сервісу підтримки користувачів, таких як мобільні додатки з інтерактивними сповіщеннями або професійна служба клієнтської підтримки.

6. Вразливість до технологічного старіння

Використання стандартних компонентів без регулярного оновлення програмного забезпечення може зменшити актуальність системи через 5–7 років.

Можливі напрями вдосконалення

1. Розширення функціональних можливостей ППК

Розробка або інтеграція нової версії ППК, яка підтримуватиме більшу кількість зон, автоматизовані сценарії та інтеграцію з розумними системами.

2. Інтеграція з додатковими пристроями

Розширення системи шляхом додавання відеоспостереження, контролю доступу або сенсорів для моніторингу навколишнього середовища (температура, вологість).

3. Покращення дизайну

Використання сучасних матеріалів і дизайну для збільшення конкурентоспроможності системи на ринку.

4. Розробка нового мобільного додатку

Додавання нових функцій дистанційного керування через мобільний додаток для підвищення зручності та інтерактивності використання.

5. Оновлення програмного забезпечення

Регулярне впровадження оновлень для забезпечення відповідності сучасним вимогам і протидії потенційним кіберзагрозам.

Теоретичний аналіз результатів показав, що система є ефективним та економічно вигідним рішенням для невеликих офісних приміщень. При цьому певні технічні обмеження, такі як обмежена кількість зон захисту та відсутність розширених функцій, можуть вплинути на його затребуваність серед більш вимогливих користувачів. Подальше вдосконалення та оптимізація системи дозволить усунути ці недоліки та підвищити її конкурентоспроможність та функціональність.

4.4 Рекомендації з покращення й оптимізації охоронної системи на основі досліджень

Дослідження та розрахунки ефективності системи охорони підтвердили, що створення оптимальної системи потребує врахування індивідуальних вимог об'єкта, специфіки його використання та обмежень бюджету. Економічна доцільність, адаптація до конкретних умов, інтеграція з іншими компонентами безпеки та можливість масштабування є важливими аспектами для досягнення

максимальної ефективності. Нижче наведені рекомендації, що базуються на результатах досліджень.

1. Кожен об'єкт має свої унікальні характеристики та ризики, тому систему охорони слід розробляти, спираючись на аналіз загроз, розташування приміщень, вразливих місць та режиму роботи об'єкта. Наприклад:

Для офісів із великою кількістю вікон необхідно збільшити кількість комбінованих датчиків руху та розбиття скла. У виробничих приміщеннях більше уваги слід приділити стійкості до зовнішніх впливів.

Це дозволяє максимально ефективно використовувати ресурси системи, уникаючи універсальних рішень, які можуть не задовольняти специфічні потреби.

2. Економічний фактор часто є вирішальним для малого бізнесу і підприємств. Для мінімізації витрат рекомендовано:

Використовувати доступні, але перевірені надійні компоненти. Наприклад, сповіщувачі ручного типу або базові димові датчики.

Планувати закупівлю обладнання з орієнтацією на довговічність, навіть якщо початкові витрати трохи вищі. Що зменшить витрати на обслуговування в майбутньому.

Уникати додаткових функцій, які не є критичними для безпеки, але суттєво збільшують вартість системи.

3. Індивідуальна оптимізація замість універсальності. Системи, що намагаються охопити всі можливі потреби користувачів, часто не досягають високих результатів через компроміс у функціональності. У випадку побудови системи для конкретного об'єкта слід:

Концентруватися на основних вимогах безпеки, таких як надійність, швидкість виявлення загроз і простота інтеграції.

Використовувати датчики та пристрої, які відповідають умовам експлуатації та характеристикам приміщення.

4. Масштабованість є важливим фактором для підприємств, які можуть змінювати свої потреби з часом. Для забезпечення гнучкості рекомендовано:

Вибирати компоненти, що підтримують інтеграцію нових модулів без значного перепрограмування або заміни ППК.

Використовувати бездротові компоненти, які дозволяють швидко збільшувати площу покриття без додаткових монтажних робіт.

Планувати систему таким чином, щоб додавання нових пристроїв в систему не мало негативний вплив на функціональність.

5. Також аналіз показав, що навіть сучасні системи можуть не охоплювати всю площу об'єкта через конструкційні особливості або неправильне розташування датчиків. Рекомендується:

Проводити моделювання розташування датчиків на етапі проектування, враховуючи фізичні перешкоди (стіни, меблі).

Для великих приміщень або зон із перешкодами додавати додаткові датчики, щоб усунути сліпі зони.

Висновки до четвертого розділу

У четвертому розділі було проведено детальний аналіз витрат на розробку та впровадження системи охорони приміщень. Розраховано економічну вигоду використання запропонованої системи, визначено термін окупності та ефективність інвестицій системи. Результати досліджень показують, що запропонована система сигналізації є економічно вигідним рішенням для невеликих офісів, забезпечуючи значну економію коштів.

Також виконано аналіз результатів розрахунків за розробленими формулами. Отримані результати підтвердили високу ефективність розробленої системи сигналізації для невеликих приміщень або підприємств.

Виявлено потенційні недоліки системи, серед яких обмежена масштабованість і наявність зон, що потребують додаткового покриття. Ці

недоліки було враховано при розробці рекомендацій щодо вдосконалення системи.

Розроблено рекомендації з покращення охоронних систем, які включають підвищення інтеграції компонентів, оптимізацію використання ресурсів та адаптацію системи під індивідуальні вимоги.

ВИСНОВКИ

Детальні висновки по кваліфікаційній роботі приведені по розділах. Нижче узагальнено основні із них:

У ході дослідження було проведено аналіз сучасних охоронних систем приміщень та існуючих методів оцінки їх ефективності. Встановлено, що на ринку спостерігається різноманіття систем, які відрізняються за технологічними можливостями, надійністю та економічними показниками.

На основі дослідження розроблено структурну схему інтегрованої системи охорони приміщень. Було виконано детальний аналіз функціональних можливостей і технічних характеристик обраних компонентів, зокрема ППК Orion NOVA 4, різних типів датчиків, клавіатури управління та інших елементів. Що дозволило створити ефективну та економічно доцільну конфігурацію системи сигналізації, яка відповідає потребам невеликих підприємств.

На основі аналізу відомих наукових досліджень розроблено формули для оцінки ефективності охоронних систем, які враховують як технічні, так і економічні показники. Проведено розрахунок ефективності побудованої системи сигналізації, результати підтвердили високу надійність, функціональність та економічну доцільність системи. Формули адаптовані під різні потреби користувачів і дозволяють точно оцінити ефективність систем сигналізації.

Проведено аналіз витрат на впровадження та обслуговування системи. Розрахунки показали, що запропонована система безпеки окупається менш ніж за 2 місяці, а економічний ефект за 5 років становить понад 180 тисяч гривень. Це підтверджує її ефективність використання для підприємств з обмеженим бюджетом.

В результаті дослідження розроблено рекомендації щодо покращення та оптимізації охоронних систем.

Результати дослідження підтверджують актуальність і ефективність запропонованих рішень, а розроблені формули оцінювання систем охорони приміщень можуть бути використані для подальшого розвитку цих систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Інформатика, керуючі системи, математичне і комп'ютерне моделювання (ИУСМКМ – 2018) / Матеріали ІХ: ДонНТУ, 2018г. – с. 126–129.
2. Кушнір А. А., Чалий Д.С. Системи пожежної та охоронної сигналізації 2022. – с. 5–25.
3. Ворона В. А., Тихонов В. А. Інтегровані системи безпеки. – М.: лінія–Телеком, 2013. – 160.
4. Технічні характеристики ППК Лунь 11 [Електронний ресурс]: інтернет портал Р-Sec: режим доступу: <https://p-sec.eu/products/obiektovie-pribori/lun-11-3.html>
5. Технічні характеристики ППК Orion NOVA 4 [Електронний ресурс]: офіційний сайт компанії Tiras Technology: режим доступу: <https://tiras.technology/devices/orion-nova-4/>
6. Технічні характеристики ППК Orion NOVA S [Електронний ресурс]: офіційний сайт компанії Tiras Technology: режим доступу: <https://tiras.technology/devices/orion-nova-s/>
7. Технічні характеристики ППК SMART Gsm V2 [Електронний ресурс]: інтернет магазин OHRANA.UA: режим доступу: <https://ohrana.ua/gsm-signalizatsiya/ppk-smart-gsm-2.html> (дата звернення: 01.06.2023).
8. Технічні характеристики ППК Orion NOVA M [Електронний ресурс]: офіційний сайт компанії Tiras Technology: режим доступу: <https://tiras.technology/devices/orion-nova-m/>
9. Офіційний веб-сайт підприємства «Honeywell» [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://buildings.honeywell.com/us/en/solutions/integrated-operations/ebi>
10. Офіційний веб-сайт корпорації «Siemens Group» [Електронний ресурс] // Режим доступу:

<https://www.siemens.com/global/en/products/buildings/automation/designo/building-management/designo-cc.html>

11. Офіційний веб-сайт підприємства ТОВ «НВП АЯКС» [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://ajax.systems/>

12. Офіційний веб-сайт підприємства ТОВ «НВП ТІРАС» [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://tiras.technology/>

13. Офіційний веб-сайт підприємства «Hikvision» [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://hikvision.org.ua/uk/>

14. Офіційний веб-сайт корпорації ТОВ «Johnson Control» [Електронний ресурс] // Системи охоронної та пожежної сигналізації Режим доступу: <https://www.johnsoncontrols.com/building-automation-and-controls/building-management/building-automation-systems-bas>

15. Технічні характеристики ППК Orion Nova 4 [Електронний ресурс]: режим доступу: https://tiras.technology/wp-content/uploads/2022/06/nova4816nv_ua-1.pdf

16. Технічні характеристики СПДЗ [Електронний ресурс]: режим доступу: http://arton.com.ua/files/passports/spd-3_27_12.pdf

17. Технічні характеристики SPR-1L [Електронний ресурс]: режим доступу: http://arton.com.ua/files/passports/spr-1l_ps-ukr.pdf

18. Технічні характеристики SPD-Кадет [Електронний ресурс]: режим доступу: http://ua.arton.com.ua/files/passports/spd-kadet_ua2.pdf

19. Технічні характеристики SWAN PGB [Електронний ресурс]: режим доступу: https://ohrana.ua/images/mod_catalog_prod_files/24340/SWAN%20PGB.pdf

20. Технічні характеристики LC105 [Електронний ресурс]: режим доступу: <https://cdn1.komiz.io/68699607/share/file/w6m1k3ov9v.pdf>

21. ДСТУ 9047:2020. Системи протипожежного захисту. Настанова з підтримання експлуатаційної придатності. [Чинний від 2021-01-01]. Вид. офіц. Київ : ДП УкрНДНЦ, 2021.
22. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016.
23. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні.
24. НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.
25. Баканов В. Мультисенсорні пожежні сповіщувачі. Яке їх майбутнє? Пожежна та техногенна безпека. 2019. №11, С. 8-10.
26. Баканов В. Радіоканальні пристрої в системах пожежної сигналізації та оповіщення. Пожежна безпека. 2020. №4, С. 91-95
27. Jan Valouch The Proposal of Methodology for Evaluating the Effectiveness of Alarm Systems
https://www.researchgate.net/publication/276388113_The_Proposal_of_Methodology_for_Evaluating_the_Effectiveness_of_Alarm_Systems
28. Пархомчук О. Ю., Котенко В.М. Інтегрована система охоронно-пожежної сигналізації // Тези доповідей VI Всеукраїнської науково-технічної конференції «Комп'ютерні технології: інновації, проблеми, рішення», м. Житомир, 29-30 листопада 2023 року – Житомир: Житомирська політехніка, 2023. – С. 58–59.

ДОДАТКИ

Технічні Характеристики Tiras Orion NOVA 4

Тип пристрою	централь
Тип встановлення	настінний, настільний, стельовий, накладний
Призначення	квартира, дім, дача, офіс, магазин, склад, виробництво
Тип підключення	дротовий
Дальність зв'язку	обмежено довжиною лінії
Кількість дротових зон	4
Кількість груп	16
Канал зв'язку централь-датчики	дріт
Канал зв'язку централь-роутер	LAN, Wi-Fi
Канал передавання тривожних сповіщень	GSM, Ethernet
Повідомлення про тривогу	смс, дзвінок, push-повідомлення
Кількість номерів оповіщення дзвінком/смс	16
Кількість SIM-карт	2
Тип SIM-карт	micro SIM
Зв'язок з пультом охорони	contact ID
Максимальна кількість користувачів	16
Постановка на охорону	зі смартфона, планшета, з клавіатури, брелком
Індикація	немає
Тамперний контакт	є
Антисаботаж	захист від підміни, повідомлення про глушіння, тампер на відкривання
Вихід на виносний світлодіод	відсутній
Операційна система	Windows
Мобільні застосунки	iOS, Android
Налаштування	зі смартфона, планшета, з клавіатури, з комп'ютера, ноутбука

Технічні характеристики Клавіатура Tiras Orion 16

Тип пристрою	кодова клавіатура
--------------	-------------------

Місце встановлення	у приміщенні
Тип встановлення	настінний, накладний
Тип підключення	дротовий
Радіопротокол	відсутній
Дальність зв'язку	обмежено довжиною лінії та опором кабелю
Індикація	світлова, звукова
Живлення від батарейок / акумуляторів	немає
Елемент живлення	відсутній
Антисаботаж	тампер на відкривання і відривання
Код за примусом	відсутній
Сумісність	з ППК Orion
Робоча напруга	12V DC
Споживання	до 100 мА
Габаритні розміри	125x95x35 мм
Колір корпусу	білий
Матеріал корпусу	пластик
Вага	163 г
Діапазон температур	-10...+40°C

Додаток В

Технічні характеристики LC-105DGB

Тип пристрою:	<u>датчик розбиття</u>
Тип детекції:	виявлення розбиття
Тип установки:	<u>внутрішня</u>
Дальність/площа дії:	<u>10 метрів</u>
Тампер:	наявний
Напруга живлення / джерело	DC 9 - 16 В

живлення:	
Струм споживання, ма:	15
Робоча температура, °C:	-20 ~ +50
Розміри, мм:	79x48x21
Вага, г:	40

Додаток Г

Технічні характеристики датчик руху і розбиття Crow Swan PGB

Габарити	123*62*38 мм
Дистанція виявлення	Скло: до 10 м (при 90°) ІК: 15 м (лінза)
Метод детекції	PIR- елемент
Швидкість виявлення	0,15 - 3,6 м/сек
Температурна компенсація	Є
Напруга живлення	8,1 ... 16 В постійного струму
Струм споживання	Деж. реж = 16,6 мА Спрацювання = 22 мА
Довжина (кількість) імпульсів	1, Авто
Вихід тривоги	NC контакт реле, 0,1А при 28В з захисним R = 10 Ом
Тампер-контакт	NC контакт реле, 0,1А при 28В з захисним R = 10 Ом
Час тривоги	2 секунди
Електромеханічні магнітна захищеність	50000 в
Радіочастотна захищеність	30В / м при 10-1000 МГц
Робоча температура	-20 ... + 50 ° C
Час готовності	60 секунд
Захист від видимого світла	Стійкий до світла галогенових ламп на відстані більше 2,4 метра
Вага	110 грам

Технічні характеристики SPR-L

Діапазон напруги живлення:	9 - 30 В
Струм споживання в черговому режимі:	0.005 мА
Маса:	0.13 кг
Оптична індикація режиму "Пожежа":	Так
Струм споживання в режимі "Пожежа":	5-20 мА
Наявність додаткових клем для зручності підключення проводів, резисторів	відсутні
Розміри	102 x 102 x 38 мм

Технічні характеристики датчик руху і розбиття Crow Swan PGB

Напруга живлення:	10-30 В
Спосіб підключення до ППК:	двохпровідний ШПС
Габаритні розміри:	95 x 46 мм
Маса:	0.2 кг
Наявність індикації чергового режиму:	наявна
Напруга живлення:	10 - 30 В
Струм споживання в черговому режимі:	0.09 мА

Технічні характеристики датчик руху і розбиття Crow Swan PGB

Тип пристрою:	<u>датчик відкриття</u>
Тип установки:	<u>накладна</u>
Тип поверхні установки:	пластик)
Режим тривоги, мм:	24
Черговий режим, мм:	10
Напруга живлення / джерело живлення:	не вимагає

Матеріал:	пластик
Колір:	білий
Розміри, мм:	64x12.5x13