

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційних радіотехнологій і технічного захисту інформації  
(повна назва)

Кафедра Радіотехнологій інформаційно-комунікаційних систем  
(повна назва)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

### ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ СИСТЕМИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ОФІСНИХ ПРИМІЩЕНЬ (тема)

Виконав:  
студент 4 курсу, групи ІТІР-20-1  
Нечитайло О.О.  
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 126 Інформаційні системи  
та технології  
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна

Освітня програма Інформаційні  
технології інтернету речей  
(повна назва освітньої програми)

Керівник ст. викл. Штих І.А.  
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

В.о. зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)

Зарудний О.А.  
(прізвище, ініціали)

2024 р.

Не містить відомостей заборонених до відкритого публікування

Керівник

\_\_\_\_\_

Штих І.А.

Студент

\_\_\_\_\_

Нечитайло О.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційних радіотехнологій і технічного захисту інформації

Кафедра Радіотехнологій інформаційно-комунікаційних систем

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Спеціальність 126 Інформаційні системи та технології  
(код і повна назва)

Тип програми освітньо-професійна

Освітня програма інформаційні системи інтернету речей  
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

## ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові НЕЧИТАЙЛО ОЛЕКСІЮ ОЛЕКСІЙОВИЧУ  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Використання технологій інтернету речей при проектуванні системи пожежної безпеки офісних приміщень**

затверджена наказом університету від 27 травня 2024 р. № 500 Ст

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 21 червня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

Провести аналіз проблематики пожеж в офісних приміщеннях на основі даних офіційної статистики.

Розібрати основні види плат, димових датчиків та допоміжного обладнання

Запропонувати варіанти вирішення наявних проблем, надати приклади роботи запропонованих систем.

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

1. Актуальність проблеми.

2. Огляд технологій, що можна використати.

3. Розробити варіанти посилення пожежної безпеки.

Висновки. Перелік джерел посилання. Додатки

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслень, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій, комп'ютерна презентація – слайди у форматі Power Point

(назва та мета роботи, вступ, мікроконтроллер ESP32, технічна характеристика мікроконтролера, датчик диму, характеристика датчика, схема підключення, схема електронного замка)

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

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	ст. викл. Штих І.А.		

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Ознайомлення із завданням. Уточнення ТЗ.	06.05.2024	виконано
2	Підбір літератури за темою роботи	07.05.–08.05.2024	виконано
3	Актуальність	09.05.2024–14.05.2024	виконано
4	Огляд технологій інтернету речей	15.05.2024	виконано
5	Розробк методів посилення пожежної безпеки офісних приміщень	16.05.–20.05.2024	виконано
6	Висновки	21.05.2024	виконано
7	Оформлення ілюстрацій	22.05.2024–30.05.2024	виконано
8	Оформлення презентаційного матеріалу	31.05.–09.06.2024	виконано

Дата видачі завдання 6 травня 2024 р.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

ст. викл. Штих І.А.  
(посада, прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з пояснювальної записки, що містить 70 сторінок тексту, 15 рисунків, 3 таблиці, 8 джерел посилання та 3 додатки.

ПОЖЕЖА. БЕЗПЕКА. ПРИМІЩЕННЯ. ОФІС. ДАТЧИК.

ТРИВОГА. ІНТЕРНЕТ.

Об'єктом розробки є система пожежної безпеки офісних приміщень.

Метод дослідження – описово-аналітичний.

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження можливості застосування технологій інтернету речей для підвищення ефективності системи пожежної безпеки в офісних приміщеннях. У роботі розглядаються основні принципи роботи системи пожежної безпеки, а також переваги та недоліки використання технологій інтернету речей у цій сфері.

Під час дослідження було проаналізовано наявні технології інтернету речей, такі як, сенсори, розумні пристрої та хмарні сервіси, і визначено їхні можливості для вдосконалення системи пожежної безпеки. Було розроблено концепції та прототипи системи, які дають змогу автоматично виявляти загоряння, сповіщати оперативні служби та евакуювати людей з будівлі. Результати дослідження показують, що застосування технологій інтернету речей у системі пожежної безпеки офісних приміщень може значно підвищити рівень безпеки та прискорити реакцію на надзвичайні ситуації. Дана тема є актуальною і має великий потенціал для подальшого розвитку та практичного застосування.

## ABSTRACT

The bachelor's qualification work consists of an explanatory note containing 70 pages of text, 15 figures, 3 tables, 8 references and 3 appendices.

FIRE.SECURITY. PREMISES. OFFICE. SENSOR.

ALARM. INTERNET.

The object of development is a fire safety system for office premises.

Research method – descriptive and analytical

The purpose of the qualification work is to study the possibility of using Internet of Things technologies to improve the efficiency of the fire safety system in office premises. The paper discusses the basic principles of the fire safety system, as well as the advantages and disadvantages of using IoT technologies in this area.

The study analyzed existing IoT technologies, such as sensors, smart devices, and cloud services, and identified their capabilities for improving the fire safety system. Concepts and prototypes of a system were developed to automatically detect fires, notify emergency services, and evacuate people from the building. The results of the study show that the use of IoT technologies in the fire safety system of office premises can significantly increase the level of security and speed up emergency response. This topic is relevant and has great potential for further development and practical application.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ .....	8
ВСТУП.....	9
1 АКТУАЛЬНІСТЬ.....	10
1.1 Проблематика.....	10
1.2 Аналітика пожеж.....	16
2 ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ .....	20
2.1 Огляд плати ESP32 .....	20
2.2 Огляд протипожежного обладнання.....	21
2.3 Електронний замок .....	29
2.4 Вибір каналної технології .....	40
3 РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНИХ МЕТОДІВ ПОСИЛЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ОФІСНИХ ПРИМІЩЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЙ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ .....	41
3.1 Мережева розсилка .....	41
3.2 Мобільний додаток.....	44
3.3 «Розумний» офіс .....	49
ВИСНОВКИ.....	54
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	55
ДОДАТОК А - ПУБЛІКАЦІЯ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ.....	57
ДОДАТОК Б - СЛАЙДИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ .....	62
ДОДАТОК В - ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ .....	69

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ,  
ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

- GPIO (General-Purpose Input/Output) – інтерфейс для зв'язку між компонентами комп'ютерної системи;
- IoT (Internet of Things) – інтернет речей;
- SPI (Serial Peripheral Interface) – послідовний периферійний інтерфейс;
- Wi-Fi (Wireless Fidelity) – технологія бездротової мережі;
- ВВПА – вогнегасник водопінний аерозольний;
- АЦП – аналого-цифровий перетворювач;
- ДСТУ – державний стандарт України;
- МК – мікроконтролер;
- ПППБ – правила протипожежної безпеки;
- ПТОВ – пункт технічног ообслуговування вогнегасників;
- СКУД – система контролю і управління доступом;
- ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач.



## ВСТУП

У сучасному світі використання технологій інтернету речей стає все більш поширеним і необхідним. Вони дають змогу зробити наше життя зручнішим і безпечнішим, зокрема й в офісних приміщеннях. Системи пожежної безпеки відіграють важливу роль у забезпеченні безпеки будівель та їхніх мешканців, тому використання сучасних технологій у цій галузі може значно поліпшити ефективність і надійність таких систем.

Стрімкий розвиток Інтернету речей відіграє ключову роль у трансформації нашого повсякденного життя і робочого середовища. Одним із важливих аспектів цього прогресу є його вплив на проектування та управління офісними приміщеннями. Наразі проєктувальники й архітектори активно використовують технології інтернету речей для створення більш ефективних, безпечних і комфортабельних робочих просторів.

Пожежна безпека в офісах є вкрай важливим аспектом, який необхідно брати до уваги для забезпечення безпеки всіх співробітників і майна компанії. Загоряння можуть виникнути через різні причини, як-от електричні перевантаження, необережність під час поводження з вогнем або смаженою їжею, несправності обладнання тощо. Тому необхідно створити ефективну систему запобігання пожежам і дій у разі їх виникнення.

## 1 АКТУАЛЬНІСТЬ

### 1.1 Проблематика

В останні роки проблема пожежної безпеки офісів стала особливо актуальною. Як правило, офісні приміщення оснащуються великою кількістю комп'ютерної та оргтехніки, електроприладами, меблями, виготовленими з легкозаймистих матеріалів. В них одночасно працюють по кілька десятків людей.

Одним з елементів забезпечення пожежної безпеки в офісі є первинні засоби пожежогасіння. Необхідно утримувати їх в належному стані та навчити персонал користуватися ними у випадку виникнення надзвичайної ситуації.

До первинних засобів пожежогасіння належать: вогнегасники, кошма (покривало з негорючого теплоізоляційного полотна), ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, багри, ломи, сокири тощо. Найбільш зручними для використання в умовах офісу є вогнегасники. Попри обладнання будівель будь-якими типами установок пожежогасіння, пожежної сигналізації або внутрішніми пожежними кранами, офісні приміщення також мають бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння [1].

Відповідальними за своєчасне та повне оснащення об'єктів засобами пожежогасіння, забезпечення їх технічного обслуговування, навчання працівників правил користування ними є власники або орендарі об'єктів.

В кожній організації наказом або розпорядженням керівника повинна бути призначена особа, відповідальна за експлуатацію вогнегасників. Це може бути особа відповідальна за дотримання вимог пожежної безпеки на об'єкті або спеціаліст відповідної категорії з іншої організації, наприклад, пункту технічного обслуговування вогнегасників.

Успішне гасіння пожежі залежить від правильного вибору типу та виду вогнегасника. Вибір типу та необхідна кількість вогнегасників здійснюється

відповідно до Правил експлуатації та типових норми належності вогнегасників, затверджених наказом Міністерства внутрішніх справ України від 15 січня 2018 р. № 25 (далі – Правила).

Згідно з Правилами, будинки адміністративного призначення на кожному поверсі повинні мати не менше двох переносних (порошкових, водопінних або водяних) вогнегасників з масою заряду вогнегасної речовини 5 кг і більше.

Крім того, на 20 м<sup>2</sup> площі підлоги в офісних приміщеннях з оргтехнікою, слід передбачати по одному газовому вогнегаснику з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг і більше. Приміщення, у яких розміщено оргтехніку, слід оснащувати переносними газовими вогнегасниками з розрахунку один вогнегасник ВВК-1,4 чи ВВК-2, але не менше ніж один вогнегасник зазначених типів на приміщення.

Додатково будинки та офісні приміщення можуть оснащуватися пристроєм вогнегасним водопінним аерозольним (ВВПА), з масою заряду вогнегасної речовини 400 г і більше.

Для гасіння пожежі в початковій стадії в офісах, крім вогнегасників доречно мати ще кошму. Пожежні покривала повинні бути розміром не менше ніж 1х1 м. У місцях застосування та зберігання ЛЗР та ГР1 мінімальні розміри пожежних покривал збільшуються до величин: 2х1,5 м і 2х2 м відповідно.

Купувати вогнегасники слід лише в спеціалізованих організаціях, які мають ліцензію на такий вид діяльності й продукція яких сертифікована в Україні.

Перед розміщенням вогнегасників на об'єкті особі, відповідальній за пожежну безпеку, необхідно обов'язково провести їх огляд. Після проведення огляду вогнегасникам присвоюються облікові (інвентарні) номери за прийнятою на об'єкті системою нумерації.

Особі, відповідальній за пожежну безпеку на об'єкті, необхідно вести журнал обліку вогнегасників встановленого зразка (додаток 2 до Правил).

Не рідше одного разу на місяць особою, відповідальною за пожежну безпеку має проводитись огляд вогнегасників при їх експлуатації. В історії відомі непоодинокі випадки коли після тривалого простою вогнегасник не мав достатнього тиску, через що, не вдавалося погасити пожежу на ранніх етапах.

Особа, що відповідає за пожежну безпеку, зобов'язана організувати технічне обслуговування вогнегасників у таких випадках:

- пошкодження або відсутність маркування, пломб або пристроїв блокування на них;
- наявність механічних пошкоджень і слідів корозії на їх корпусах або запірно-пускових пристроях;
- відсутність робочого тиску в корпусі та (або) наявність надмірного тиску (для вогнегасників закачаного типу);
- після використання за призначенням;
- після закінчення гарантійного терміну експлуатації, передбаченого експлуатаційною документацією виробника.

Технічне обслуговування вогнегасників слід довіряти лише пунктам технічного обслуговування вогнегасників (далі – ПТОВ), що мають відповідну ліцензію з надання послуг і виконання робіт протипожежного призначення відповідно до вимог ДСТУ 4297:2004 «Пожежна техніка. Технічне обслуговування вогнегасників. Загальні технічні вимоги». Приймання вогнегасників після технічного обслуговування оформлюється актом, який складається не менше ніж у двох примірниках і підписується представниками споживача послуг та ПТОВ. Під час огляду вогнегасників, після надходження з технічного обслуговування, відповідальний за пожежну безпеку має перевірити наявність на корпусі вогнегасника етикетки ПТОВ, встановленого зразка (додаток 3 до Правил).

Враховуючи те, що в офісних приміщеннях багато апаратури, приладів та документів, щоб запобігти їх псуванню при гасінні, краще користуватись газовими (вуглекислотними) вогнегасниками. Застосування порошкових

вогнегасників для гасіння таких пожеж прийнятне лише за відсутності газових вогнегасників.

Під час застосування газових або порошкових вогнегасників для гасіння електрообладнання, що перебуває під напругою до 1000 В, необхідно дотримуватися рекомендацій, зазначених у паспортах вогнегасників.

При користуванні газовими вогнегасниками необхідно враховувати можливість зниження концентрації кисню в повітрі приміщення, особливо якщо воно невелике за об'ємом. Якщо через використання газових вогнегасників може створитись небезпечна для життя людини концентрація газів у повітрі слід використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання [2].

Однією з основних проблем у посиленні пожежної безпеки в офісах є недостатня увага та дотримання правил безпеки з боку співробітників. Недостатнє знання про правила пожежної безпеки, ігнорування зазначених вимог і недостатня підготовка до дій у разі пожежі можуть призвести до серйозних наслідків. Усі працівники офісу повинні знати, як користуватися первинними засобами пожежогасіння. Не рідше ніж раз на пів року працівники мають проводити практичні навчання та відпрацювати дії у випадку пожежі. Під час проведення практичних занять працівники мають засвоїти:

- будову та принцип роботи вогнегасників;
- тактику застосування вогнегасників;
- гасіння умовної пожежі за допомогою первинних засобів пожежогасіння.

Однією з проблем, з якою стикаються проєктувальники систем пожежної безпеки, є брак даних та інформації про події, що відбуваються в будівлі. Традиційні системи часто не мають можливості передавати дані в реальному часі, що ускладнює оперативне реагування на надзвичайні ситуації. Використання технологій Інтернету речей дає змогу збирати та

передавати інформацію про стан системи пожежної безпеки в реальному часі, що дає змогу оперативно реагувати на можливі загрози.

Ще однією проблемою, з якою стикаються проєктувальники систем пожежної безпеки, є недостатня автоматизація та інтеграція різних компонентів системи. Традиційні системи можуть бути складними в управлінні та вимагати численних незалежних дій для їхнього належного функціонування. Використання технологій Інтернету речей дає змогу зробити систему пожежної безпеки більш автоматизованою та інтегрованою, що спрощує її управління та підвищує надійність.

Таким чином, використання технологій Інтернету речей під час проєктування системи пожежної безпеки офісних приміщень має великий потенціал для поліпшення її ефективності та безпеки.

Під час проєктування офісних будівель виникає низка проблем, пов'язаних із пожежною безпекою. Ось деякі з найпоширеніших:

- евакуаційні шляхи. Один із ключових аспектів пожежної безпеки - наявність і правильне позначення евакуаційних виходів. В офісних будівлях часто є велика кількість людей, і в разі пожежі необхідно забезпечити швидко і безпечно евакуацію всіх співробітників. Під час проєктування будівлі потрібно враховувати розміри і кількість евакуаційних виходів, а також їхню доступність і безпеку;

- вогнезахисні конструкції. В офісних будівлях часто використовують матеріали, які можуть швидко спалахнути і поширювати вогонь. Тому важливо передбачити вогнезахисні конструкції, які зменшать поширення вогню і дадуть людям більше часу на евакуацію. До таких конструкцій належать вогнезахисні покриття, вогнестійкі двері та перекриття;

- системи попередження та гасіння пожежі. Важливо мати в будівлі системи попередження та гасіння пожежі, такі як автоматичні димовидалення, датчики диму та вогню, системи автоматичного пожежогасіння та пожежні гідранти. Ці системи дадуть змогу своєчасно виявити пожежу і вжити заходів щодо її гасіння;

- навчання персоналу. Не менш важливим є навчання співробітників будівлі правилам пожежної безпеки та планам евакуації. У разі пожежі, всі співробітники повинні знати, як правильно діяти, щоб забезпечити свою безпеку і безпеку інших.

Це лише кілька прикладів проблем, з якими стикаються під час проєктування офісних будівель з погляду пожежної безпеки. Важливо враховувати всі ці аспекти на стадії проєктування, щоб забезпечити безпеку і захист будівлі та її мешканців у разі виникнення пожежі.

Сучасні технології інтернету речей надають можливості для поліпшення пожежної безпеки в офісах. Розумні датчики та системи моніторингу можуть допомогти запобігти загорянням, забезпечити своєчасне виявлення пожежі та забезпечити швидку реакцію на надзвичайну ситуацію.

Однією з ключових переваг використання IoT для посилення пожежної безпеки є можливість безперервного моніторингу умов в офісі. Датчики диму, температури і рівня вуглекислого газу можуть безперервно контролювати обстановку і миттєво повідомляти про виникнення небезпечної ситуації. Це дає змогу оперативно реагувати на загрозу пожежі та вживати необхідних заходів для запобігання її виникненню.

Крім того, IoT також надає можливість автоматичного управління системами пожежної безпеки. Наприклад, система автоматичного пожежогасіння може бути запущена автоматично при виявленні пожежі, що допоможе мінімізувати збитки від пожежі та забезпечити безпечну евакуацію співробітників.

Іншим важливим аспектом використання технологій IoT для пожежної безпеки є можливість віддаленого контролю та моніторингу систем. Це дає змогу оперативно реагувати на будь-які ситуації навіть у разі, коли нікого немає на робочому місці. Також віддалене управління дає змогу запобігти хибним спрацьовуванням систем і забезпечити ефективне використання ресурсів.

Використання технологій IoT для посилення пожежної безпеки офісів є актуальним і необхідним кроком у сучасному світі, де безпека та захист співробітників і майна є пріоритетними завданнями для будь-якої компанії. Тому впровадження інноваційних систем моніторингу та контролю дасть змогу значно підвищити рівень безпеки та захисту офісних приміщень від пожеж.

Загалом, пожежі в офісних приміщеннях становлять серйозну загрозу як для людей, так і для майна. Для мінімізації цієї загрози необхідне уважне планування, суворе дотримання правил пожежної безпеки, навчання персоналу та використання сучасних технологій і обладнання для забезпечення безпеки в офісі.

## 1.2 Аналітика пожеж

Як ми можемо бачити, за даними офіційної статистики з таблиці 1.1 ,у період з 2020-2021 років найбільша кількість пожеж сталася через необережне поводження з вогнем та через порушення правил ПБ при налаштуванні та експлуатації електроустановок. Більшість пожеж сталася на відкритих територіях та у будинках житлового призначення. Унаслідок пожеж у містах загинула 901 людина (+8,2 %), що становить 48,6 % від загальної кількості загиблих; травмовано 894 людини (-1,5 %), що становить 64,6 % від загальної кількості травмованих.

Як ми можемо бачити, за даними офіційної статистики можна у період з 2020-2021 років (таблиця 1.2) найбільша кількість пожеж сталася через необережне поводження з вогнем та через порушення правил ПБ при налаштуванні та експлуатації електроустановок. Більшість пожеж сталася на відкритих територіях та у будинках житлового призначення. Унаслідок пожеж у містах загинула 901 людина (+8,2 %), що становить 48,6 % від загальної кількості загиблих; травмовано 894 людини (-1,5 %), що становить 64,6 % від загальної кількості травмованих.



Таблиця 1.1 – Порівняльна таблиця пожеж 2020 та 2021-го років [3]

№	Назва показників	2021 рік	2020 рік	Тенденція по країні, +/-, у %
Загальні дані про пожежі				
1	Кількість пожеж(од.)	79457	101279	-21,5
2	Збитки прямі(тис. грн)	3181197	2631987	20,9
3	Збитки побічні (тис. грн)	10182348	9974922	2,1
4	Загинуло людей у наслідок пожеж	1853	1728	7,2
5	Загинуло людей у наслідок пожеж у містах	901	833	8,2
6	Загинуло людей у наслідок пожеж у селах	952	895	6,3
7	Знищено будівель і споруд(од.)	23061	28029	-17,7
8	Знищено техніки(од.)	4719	4972	-5,1
Об'єкти пожеж				
1	Будівлі виробничого призначення	515	552	-6,7
2	Будівлі об'єктів торгівлі та харчування	706	787	-10,3
3	Соціально-культурні, громадські та адміністративні споруди	476	493	-3,4
4	Будинки та споруди житлового призначення	28350	29698	-4,5
5	Природні екосистеми	528	1231	-57,1
6	Відкриті території	41704	61495	-32,2
7	Транспортні засоби	4375	4386	-0,3
8	Інші об'єкти	2689	2525	6,5
Причини пожеж				
1	Підпал	2656	3746	-29,1
2	Несправність виробничого обладнання	164	177	-7,3
3	Порушення правил ПБ при налаштуванні та експлуатації електроустановок	11708	10839	8,0
4	Порушення правил ПБ при налаштуванні та експлуатації печей , ТГ агрегатів та установок	6152	5117	20,2
5	Необережне поводження з вогнем	52805	74204	-28,8
6	Пустощі дітей з вогнем	425	528	-26,5
7	Порушення технології виробництва та правил експлуатації транспортних засобів	2839	2519	12,7
8	Інші причини	2708	4099	-33,9

Протягом вказаного часового проміжку в Україні щодня в середньому, виникало 217 пожеж, матеріальні втрати від яких склали 36 млн 612 тис. гривень. Одна пожежа в середньому завдавала збитків на ~40 тис. грн. Кожного дня від пожеж гинули 5 людей і 3 людей отримували травми, вогнем знищувалось або пошкоджувалось 63 будівлі (споруди) і 13 одиниць техніки.

Окрім прямих збитків, таких як, пошкодження або знищення обладнання, будівель, тощо, пожежі також наносять непрямі, такі як, втрата даних та інтелектуальної власності, робочих годин та тимчасового припинення роботи даного офісу. За даний період матеріальні втрати від пожеж склали 13 млрд 363 млн 545 тис. грн (із них прямі збитки становлять 3 млрд 181 млн 197 тис. грн; побічні – 10 млрд 182 млн 348 тис. грн).

Таблиця 1.2 – Розподіл кількості пожеж із травмуванням людей за причинами їх виникнення у 2021 році порівняно з 2020 роком [2]

№	Причини виникнення пожежі	Кількість пожеж		+/-,у %	Питома вага,%
		2021 рік	2020 рік		
1	Коротке замикання електромережі	300	250	20,0	25,1
2	Необережність під час паління	287	317	-9,5	24,0
3	Інша причина необережного поводження з вогнем	211	240	-12,1	17,7
4	ПППБ при експлуатації печей та ТГ	147	124	18,5	12,3
5	Інша причина	138	154	-12,1	11,5
6	ПППБ при експлуатації електропобутових газових, гасових та бензинових приладів	38	49	-22,4	3,2
7	ПППБ при експлуатації електропобутових приладів	31	22	40,9	2,6
8	Несправність електричної системи автомобіля	27	27	0	2,3
9	ППМ та експлуатації електроустановок та електромереж	15	15	0	1,3
Всього в Україні		1194	1201	-0,6	-

Беручи до уваги дані таблиці 1.2, можна зробити висновок, що найбільш травмонебезпечним для людей є коротке замикання електромережі та необережність під час паління. Дані фактори є критично небезпечними для офісних приміщень, бо синтетичні матеріали, такі як пластик і штучні тканини, можуть легко спалахувати і швидко поширювати вогонь. Якщо в офісі зберігаються великі запаси паперу, картонних коробок або інших легкозаймистих матеріалів, це також може збільшити ризик загоряння і ускладнити гасіння пожежі.

Основними причинами виникнення пожеж були:

- порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації печей, теплогенеруючих агрегатів та установок – 6 152 випадки (+20,2%);
- порушення технологій виробництва та правил експлуатації транспортних засобів – 2 839 випадків (+12,7 %);
- порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок – 11 708 випадків (+8,0 %);
- підпали – 2 656 випадків (-29,1 %);
- необережне поводження з вогнем – 52 805 випадків (-28,8 %);
- пустощі дітей з вогнем – 425 випадків (- 26,5 %);
- несправність виробничого обладнання, порушення технологічного процесу виробництва – 164 випадки (-7,3 %).

## 2 ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

### 2.1 Огляд плати ESP32

Аналіз даних таблиці 2.1 показує, що ESP32 - це потужна система з можливостями передачі даних по Wi-Fi і Bluetooth і високоінтегрованою структурою, що працює від двоядерного мікропроцесора Tensilica Xtensa LX6.

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика ESP32 та ESP8266

Характеристика	ESP32	ESP8266
Процесор	Tensilica Xtensa LX6 32 bit Dual-Core at 160/240 MHz	Tensilica LX106 32 bit at 80 MHz (up to 160 MHz)
Статична ОП	512 Кб	160 Кб
Флеш-пам'ять	2Мб (max 64Мб)	4 Мб (max 16 Мб)
Напруга	2.2В – 3.6В	3В-3.6В
Робочий струм	80 ма	80 ма
Програмованість	C, C++, Lua та ін	C, C++, Lua та ін
Відкритість	+	+
Wi-fi	802.11 b/g/n	802.11 b/g/n
Bluetooth	4.2 BR/EDR + BLE	-
UART	3	2
GPIO	32	17
SPI	4	2
I2C	2	1
АЦП	18 (12-bit)	1 (10-bit)
ЦАП	2 (8-bit)	-
Розмір	25.5 x 18.0 x 2.8 мм	24.0 x 16.0 x 3.0 мм
Вартість	214 грн	160 грн

Завдяки невеликому розміру та опублікованій у відкритому доступі схемі модуля ESP32, його легко інтегрувати в проєктовану підсистему та створити компактний пристрій. Операційна система мікроконтролера (МК) FreeRTOS – це програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом, яке забезпечує чудову підтримку додатків у реальному часі . Таким чином, ESP32 є відмінним варіантом завдяки покращеними характеристиками, збільшеному функціоналу і великому об'єму пам'яті. Важливою перевагою ESP32 є більш швидкий Wi-Fi та Bluetooth. У ESP32 встановлений більш потужний процесор, що дозволяє реалізовувати складні проєкти. Цей модуль підходить для застосунків, у яких потрібен Інтернет або нові інтерфейси. Об'єм пам'яті у ESP32 збільшений – 512 Кб проти 160 Кб ESP8266. Також ESP32 відрізняється великою кількістю виводів GPIO. До декількох контактів на ESP32 прикріплені ємнісні сенсорні датчики та датчики температури. ESP32 має 18 12-бітних каналів АЦП, а у його попередника є всього один 10-бітний вивід АЦП. Потужність процесора значно впливає на швидкість роботи. Модуль ESP32 демонструє рекордну продуктивність порівняно з попередником ESP8266. Завантаження сторінок з довгим скетчем і безліччю графіків займає секунди.

## 2.2 Огляд протипожежного обладнання

Протипожежна сигналізація включає в себе датчики, приймально-контрольні пристрої, системи оповіщення, канали зв'язку, джерела резервного електроживлення, спеціалізоване програмне забезпечення та інші комплектуючі. Крім того, вони можуть включати в себе інфрачервоні датчики, датчики вологості та ін.

Залежно від масштабів використання сигналізації діляться на:

- неадресні;
- адресні;
- адресно-аналогові.

Неадресні найчастіше встановлюються на маленьких об'єктах. Ці технічні засоби в разі ідентифікації вогнища загоряння подають оповіщення про тривоги, що не дозволяє точно ідентифікувати місце виникнення нештатної ситуації. Вони відрізняються низькою вартістю і високою ймовірністю надходження хибних сигналів. Адресні встановлюються на середніх і великих об'єктах і, на відміну від неадресних, дозволяють точно ідентифікувати місце виникнення загоряння або задимлення. Адресно-аналогові комплекси є найдорожчими і найнадійнішими видами протипожежної сигналізації. Вони мають в своєму складі велику кількість різноманітних технічних інструментів, що дозволяють точно визначити місце виникнення нештатного положення, ідентифікувати його характер і мінімізувати ймовірність хибних сигналів.

За методом ідентифікації пожежі:

- теплові;
- димові;
- датчики полум'я;
- комбіновані.

Теплові датчики в свою чергу можна поділити на порогові та інтегральні. Пороговий датчик спрацьовує при перетині певного порогу температури (зазвичай 70°C). Перевагами такого датчика є невиска ціна, доступність та простота монтажу.

Інтегральний датчик спрацьовує при різкому перепаді температури. Вони здатні виявляти пожежу на ранніх стадіях тому, що можуть виявляти навіть тління. Проте, такий датчик містить дорогі термоелементи та системи обробки сигналу, тому ціна буде значно вищою ніж у порогового датчика.

Димові датчики (рисунки 2.1) пожежної сигналізації визначають наявність в повітрі диму. Майже всі вироблені димові датчики працюють відповідно до принципу розсіювання на частинках диму інфрачервоного випромінювання. Мінус такого датчика – він може спрацювати при великій кількості пари або пилу в приміщенні. Однак димовий датчик також

надзвичайно поширений, хоча, зрозуміло, не використовується в заплених кімнатах і приміщеннях для паління.

Дані датчики в свою чергу також можна поділити на типи за способом виявлення частинок диму:

- іонізаційні;
- оптичні;
- аспіраційні;
- лінійні.



Рисунок 2.1 – Датчик диму

Якщо три види пожежних димових датчиків ще називають точковими, т.к. вся електронно-технічна "начинка" конструктивно змонтована в одному корпусі виробу; то такі пристрої (рисунок 2.2) складаються з двох елементів: випромінювача і приймача, що аналізує зміни щільності повітряного середовища в приміщенні, що захищається, причому з можливістю установки на значних відстанях один від одного - до 100 м, що дозволяє захищати ними

приміщення великої площі, в тому числі зі складною конструкцією перекриття/покриття, стелі.



Рисунок 2.2 – Датчик подвійної дії

Точкові датчики диму в основному призначені для захисту невеликих за площею, висотою приміщень з нормальними умовами, така висока загазованість, запиленість повітряного середовища для них критична, а радіус виявлення джерела пожежі досить великий; що на практиці дозволяє встановлювати в більшості приміщень, що захищаються - вестибюлях, холах/фойє, а також в кабінетах, офісах, кімнатах, готельних номерах, за відсутності перегородок на всю висоту, не більше двох виробів, не псуючи дизайн обробки зайвими, чужими деталями.

Тип датчика – автономні. Такі пристрої набули широкого поширення останні два десятиліття років. Вони в основному призначені для встановлення в



житлових приміщеннях, де ризик виникнення пожежі досить високий (велика кількість електропобутової техніки, куріння, необережне поводження з вогнем, у тому числі дітей); а раніше виявлення спалаху по диму і подача звукового або світлового сигналу для людей зі слабким слухом, може врятувати навіть сплячих мешканців приватного будинку, квартири або дачі.

Тип датчика – з сиреною. Власне це різновид автономних пожежних сповіщувачів, які гучним звуковим сигналом можуть привернути увагу власників житлового будинку, дачі, чергового персоналу підприємства/організації. Крім приміщень різного призначення, ними можна захищати окремі будівлі/споруди – склади, гаражі, майстерні, а також надвірні споруди на територіях приватних подвір'їв, включаючи лазні.

Насамперед, це автономні сповіщувачі, т.к. всі вони, за рідкісним винятком, оснащені звуковим сигнальним пристроєм, а також датчики, що використовуються в системах «розумний дім».

У цьому випадку вони можуть бути провідними або пристроями, що працюють по радіоканалу, у тому числі передають сигнал тривоги на пульт охоронного агентства або безпосередньо власнику дачі, котеджу, таунхауса/квартири у вигляді СМС за допомогою вбудованого передавача як самостійно, так і в комплекті з бездротовою охоронною сигналізацією, системою відеоспостереження.

Тип датчика – бездротові. Це найбільш інноваційний вид датчиків диму, що не потребує додаткових витрат матеріалів, часу, коштів на придбання, прокладання, приєднання до контактів/вводів як самих, так і приймальних, контрольних, пускових приладів, кабельної продукції. Як правило, передача даних ведеться радіоканалом. Крім того, до них слід зарахувати і автономні димові сповіщувачі.

В основному це радіоканальні адресно-аналогові точкові датчики диму.

Слід зазначити, що це одні з найбільш складних пожежних датчиків задимленості приміщень. Враховуючи їхню високу вартість, складність побудови надійних робочих схем на багатьох промислових об'єктах, їхнє

застосування обумовлено, як правило, неможливістю проектування, монтажу, тривалої експлуатації з регулярним обслуговуванням технічного стану традиційних провідних систем пожежної безпеки.

Тип датчика – провідні. Даний спосіб підключення сповіщувачів всіх видів і типів, включаючи димові, більш традиційний, і не збирається поступатися своїми позиціями. Пояснення цьому прості: висока вартість бездротових пристроїв, необхідна висока кваліфікація працівників монтажно-налагоджувальних організацій; т.к. це досі досить «ніжні» технічні пристрої, звичайно, що не реагують на кожен «чих», але дуже чутливі до різних як техногенних, так і природних впливів.

Або акумулятори можуть бути як найпростішими автономними пристроями для встановлення в житлових, допоміжних будинках, приміщеннях; так і складними сучасними пристроями бездротового типу, об'єднаними в одну систему захисту приміщень будівлі шляхом передачі радіосигналу, постійним обміном даними між пожежними сповіщувачами і приймально-контрольним приладом контролю пожежної безпеки.

Підсумовуючи, слід сказати, що сучасні датчики/сповіщувачі диму давно з досить громіздких, малопривабливих на вигляд технічних пристроїв, з небезпечними для здоров'я радіоактивними елементами для іонізаційних камер аналізу повітряного середовища; зусиллями розробників/конструкторів численних компаній-виробників по всьому світу перетворилися на сучасну, не привертаючу увагу, звичну деталь інтер'єру практично всіх приміщень, де люди знаходяться протягом доби – від власної квартири/будинку, потім офісу, кабінету до місць відпочинку – музеїв, кінотеатрів, клубів, кафе/ресторанів; завжди стоїть на варті їхньої безпеки як в автономному режимі, так і у складі систем протипожежної безпеки.

Це все автономні пристрої, перераховані вище, як і багато інших моделей з лінійок провідних виробників, які намагаються включити до неї всі види, типи датчиків диму - від найпростіших, що працюють у провідних шлейфах пожежних систем; до складних пристроїв, що працюють повністю

самостійно та передають тривожний сигнал або повідомлення про несправність власнику нерухомості/на пульт пожежної безпеки.

Крім того, нехай і в значно менших кількостях, що диктується, звісно, попитом на ринку обладнання систем пожежної безпеки; багатьма виробниками розробляються, випускаються датчики диму у вибухозахищеному виконанні, а також комбіновані сповіщувачі (рисунок 2.3), що дозволяють вести раннє виявлення ознак пожежі по диму і теплу одночасно.



Рисунок 2.3 – Датчик потрійної дії

Вони ведуть оцінку щільності, наявності дрібних домішок – частинок, аерозолів у повітряному середовищі приміщень, що захищаються.

Методи цього аналізу залежать від виду типу датчика, принцип дії яких заснований на вимірюваннях оптичної щільності повітря, що просвічується світлодіодами, лазерними випромінювачами; його іонізації, аналіз складу.

Зараз на ринку України найпопулярнішими є пожежні датчики від виробників обладнання Ajax, LifeSOS, Артон, Страж, Visonic, Texcom, Optex.

Протипожежний бар'єр системи безпеки Ajax — це бездротові пожежні датчики, які миттєво здійснюють тривогу за появи диму, різкого підвищення температури або небезпечного рівня концентрації чадного газу (CO). Працюючи у складі системи безпеки Ajax, пожежні датчики повідомляють користувачів про тривогу через підключені сирени, мобільні застосунки, SMS або дзвінки. Декілька підключених до хаба датчиків сигналізації здатні здійснити тривогу синхронно протягом 20 секунд, якщо спрацював хоч один із них. Це значно підвищує вірогідність, що усі присутні на об'єкті дізнаються про пожежу вчасно. Завдяки вбудованій сирені гучністю 85 дБ, пожежні датчики сигналізації Ajax завжди готові повідомити про небезпеку незалежно від наявності живлення або зв'язку з хабом.

FireProtect 2 (Heat/Smoke/CO) (рисунок 2.4) – бездротовий пожежний датчик тепла, диму та чадного газу має такі характеристики:

- двоспектральний оптичний сенсор для виявлення диму;
- камера диму непроникна для комах і захищена від пилу;
- алгоритм HazeFlow 2 фільтрування хибних тривог;
- два термістори для вимірювання температури;
- хімічний сенсор для виявлення небезпечної концентрації CO;
- вбудована сирена 85 дБ;
- 10 років роботи від незмінюваних батарей, та до 7 років — від змінюваних;
- працює як у складі системи Ajax, так і без хаба;
- до 1700 м дальність радіозв'язку з хабом;
- керування та налаштування в застосунках Ajax [4].

Загальна ефективність системи пожежогасіння безпосередньо залежить від вірно сконструйованої системи пожежної сигналізації, що спирається на дані, одержувані від пожежного сповіщувача.



Рисунок 2.4 – Датчик FireProtect 2 потрійної дії фірми Аякс

Саме тому правильне розташування, застосування для певних приміщень відповідного виду датчика, а так само якості пожежних сповіщувачів дозволяє визначити ефективність протипожежної системи будівлі в цілому.

### 2.3 Електронний замок

Технологія електронного замка (рисунок 2.5) з доступом до інтернету дозволяє підняти безпеку будівлі на абсолютно новий рівень. Цей тип замка може бути інтегрований з централізованою системою управління безпекою,

що дозволяє автоматично відкривати двері під час пожежі або іншої надзвичайної ситуації.



Рисунок 2.5 – Електронний замок

Електронні замки можуть бути підключені до систем аварійного оповіщення і автоматично реагувати на сигнали пожежних датчиків. Це значно спрощує евакуацію персоналу і дозволяє оперативно вплинути на ситуацію, щоб мінімізувати ризики для людей і майна.

Додатково, електронні замки можуть мати функцію резервного відкривання з допомогою вбудованих акумуляторів або інших джерел енергії, що дозволяє відкривати двері у разі відключення основного джерела живлення під час пожежі. Це забезпечує надійну і безпечну евакуацію навіть в умовах обмеженого доступу до електромережі.

Крім того, такі замки можуть мати функції віддаленого керування, що дозволяє оперативно блокувати чи розблокувати доступ до приміщення з віддаленого місця через мобільний додаток або веб-інтерфейс. Це особливо важливо для управління доступом і контролю за безпекою в офісних

будівлях, де велика кількість персоналу та відвідувачів потребує ефективного контролю доступу.

Таким чином, використання електронних замків може значно підвищити безпеку приміщень і забезпечити швидке та безпечне реагування на небезпечні ситуації, зменшуючи ризики для життя і майна.

Електронні замки можуть бути програмовані для автоматичного відкриття в разі спрацювання пожежних датчиків або сигналів тривоги. Це дозволяє швидко евакуювати персонал і гостей, забезпечуючи безпечний вихід з будівлі. Така система інтеграції з пожежною системою знижує час реакції на небезпеку і мінімізує ризики для здоров'я та життя людей.

За своєю суттю електрозамок - це виконавчий елемент системи контролю та управління доступом, призначений для того, щоб запобігти потраплянню в приміщення сторонніх осіб. Загалом електрозамок майже нічим не відрізняється від звичайного. Досить сказати, що електрозамки також бувають врізними і накладними, можуть управлятися натискними або фіксованими ручками і відкриватися ключем. Більшість таких пристроїв мають популярні розміри звичайних механічних замків - бексети, міжосьові відстані, розміри планок. Основною відмінністю став додатковий спосіб управління.

Для роботи електричної частини до замка має бути підведене джерело живлення, яке з іншого боку під'єднується до пристрою управління. Такими пристроями можуть бути різні елементи системи контролю доступу, з якими людина взаємодіє, щоб потрапити в приміщення: зчитувач магнітних карток, біометричний датчик, кодонаборна клавіатура, брелок, кнопка або навіть дистанційне керування смартфоном. Відкриття або закриття замка відбувається після подачі або вимкнення електричного струму. Це створює головну перевагу і причину, чому використовуються такі замки - вони дають змогу відчиняти двері дистанційно і без застосування механічного ключа.

Основне, що потрібно знати про роботу електрозамків залежно від подачі або зняття живлення, це те, що вони діляться на "нормально закриті", "нормально відкриті" і "універсальні".

- нормально закритий. Розблокування зачиненого замка відбувається при подачі електричного сигналу. За його відсутності - замок закритий;
- нормально відкритий. За наявності електричного сигналу замок залишається зачиненим, а в разі зупинки подачі – відчиняється;
- універсальний. У таких пристроїв є перемикач, за допомогою якого можна самостійно налаштувати потрібний режим роботи.

Електрозамки, як і їхні механічні аналоги, мають безліч різновидів. Поділяються замки як за способом монтажу, так і за принципом роботи електричної та механічної частини. У каталозі інтернет-магазину "Світ замків" представлені такі категорії цих пристроїв: електромеханічні, електромагнітні, електроригельні та електромоторні.

До електромеханічних замків можна віднести такі:

- електромеханічні врізні замки;
- електромеханічні накладні замки;
- електрозащіпки;
- електромагнітні замки;
- електроригельні замки;
- електромоторний замок.

Електромеханічні врізні замки (рисунок 2.6). За аналогією зі звичайними механічними замками, залежно від конкретної моделі, можуть встановлюватися врізним методом у будь-який тип дверей. Крім управління електричним імпульсом, їх можна відкрити і механічним способом - за допомогою ключа. Блокування здійснюється автоматично простим закриттям дверей. Принцип роботи зводиться до такого: на електромагнітну котушку в замку надходить напруга, що приводить у дію фіксатор пружини. Вона втягує в корпус замка запірний ригель або язичок. Так відбувається розблокування дверей. Під час зачинення дверей механізм



електромеханічного замка знову в автоматичному режимі здійснює їх блокування.

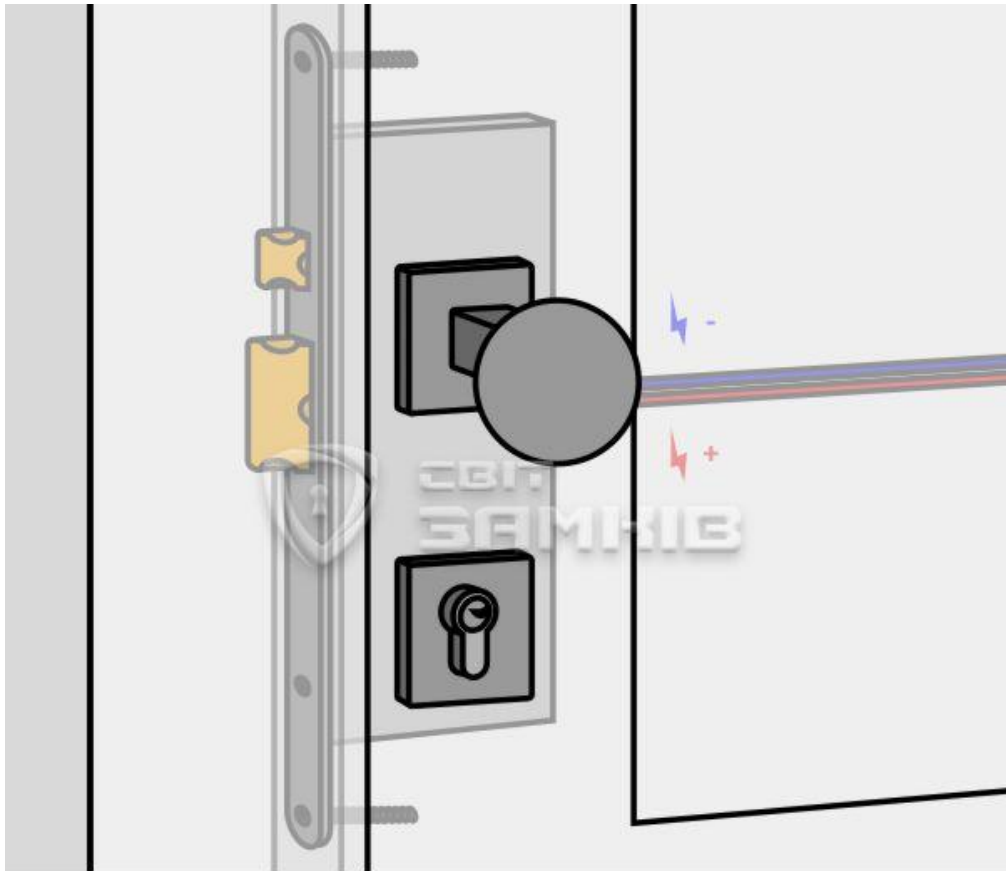


Рисунок 2.6 – Врізний електромеханічний замок

Електромеханічні накладні замки (рисунок 2.7). Монтуються накладним способом із внутрішнього боку дверей. Зсередини зазвичай відкриваються за допомогою вбудованої механічної кнопки. Зовні - електричним імпульсом від пристрою управління або механічно ключем. Усі електромеханічні накладні замки мають соленоїд, при подачі електричного струму на який розблокується фіксатор пружини. Вона своєю чергою втягує в корпус замка запірний ригель або язичок. Так відбувається відкриття. Під час зачинення дверей механізм електромеханічного замка знову в автоматичному режимі здійснює їх блокування. Електромеханічні накладні замки мають деякі особливості.

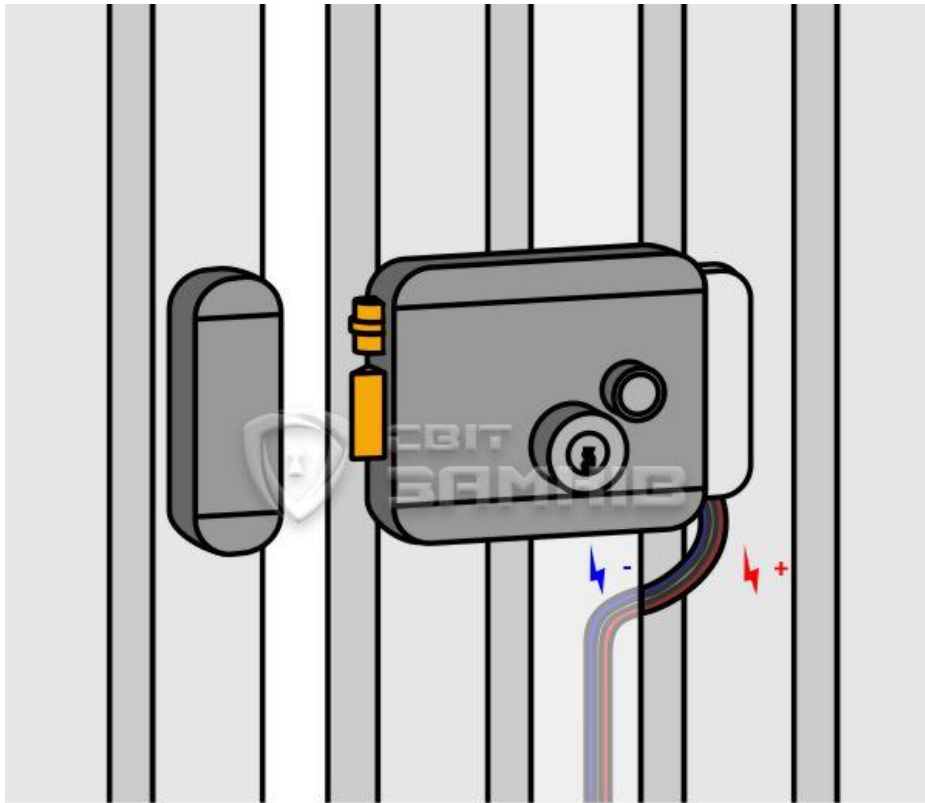


Рисунок 2.7 – Навісний електромеханічний замок

По-перше, у комплекті з кожним накладним замком йдуть дві серцевини, керовані механічними ключами. Якщо через двері або ворота є можливість зовні дотягнутися до замка, тоді потрібно встановлювати такий, що не має кнопки відчинення на корпусі. При цьому дистанційна кнопка відмикання або інший керуючий пристрій встановлюється в зоні, куди неможливо дотягнутися. Крім того, зовні та зсередини такий замок завжди можна відкрити ключем.

По-друге, накладні електрозамки зі встановленою на внутрішній частині механічною кнопкою підходять для цільних дверей. Таку кнопку за допомогою серцевини на внутрішній стороні можна заблокувати в натиснутому або віджатому стані. Це потрібно для того, щоб можна було зафіксувати замок у відчиненому стані для вільного проходу або, щоб навпаки, заблокувати вихід зсередини.

По-третє, для встановлення електрозамків на вуличні хвіртки та ворота слід обирати моделі, у яких корпус із нержавіючої або оцинкованої сталі. Вони не побоюються води і значних перепадів температури.

Електрозащіпки (рисунок 2.8). Вони встановлюються в коробку дверей на місце зворотних планок, куди входить язичок звичайних механічних замків.

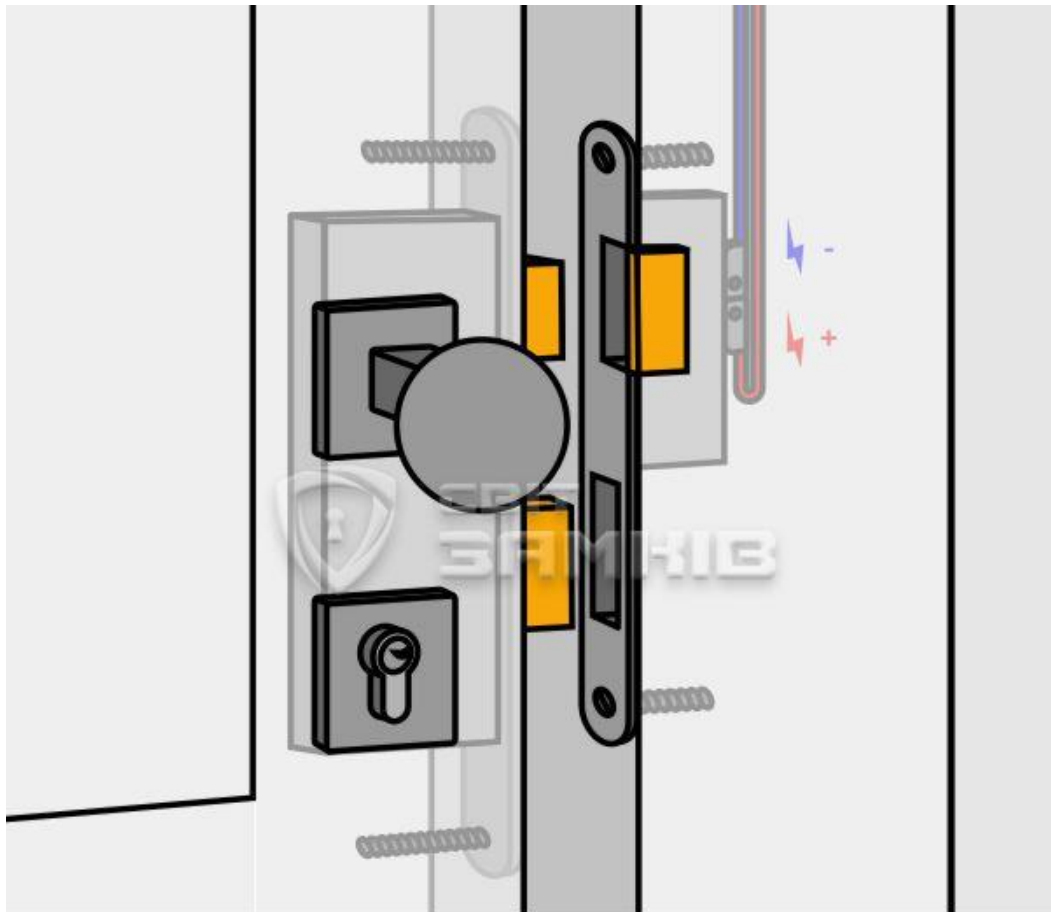


Рисунок 2.8 – Електрозащіпка

При подачі електричного імпульсу блокуюча пелюстка електрозасувки розблокується і дає змогу відчинити двері без натискання на ручку. Досить потягнути або штовхнути полотно. Тобто електрозащіпка блокує язичок замка і звільняє його при подачі сигналу. При цьому зовнішня ручка не повинна керувати язичком. Вона має бути або глухою, тобто не повинна натискатися, або ручкою-скобою. Встановлюються електрозасувки

переважно врізним методом у коробку металевих, дерев'яних і металопластикових дверей.

Основним керуючим елементом є електромагнітна котушка всередині корпусу, що блокує поворотний елемент - пелюстку. Крім того, деякі моделі електрозащіпок можуть мати додаткові функції та перемикачі. А саме:

Функція механічної пам'яті (позначається в назві літерою А) - після короткочасної подачі струму засувка залишається відкритою до відкриття-закриття дверей. Потім пристрій автоматично перейде в режим фіксації.

Функція механічного розблокування (позначається в назві літерою Е) - спеціальний важіль на корпусі, що переводить електрозасувку в постійно відкритий стан (режим вільного проходу без подачі напруги).

Електричні засувки, як і електромеханічні замки, можуть бути "нормально закритими" і "нормально відкритими". Якщо необхідно, щоб у разі зникнення напруги в мережі двері автоматично розблокувалися, тоді слід встановлювати "нормально відкриті" електрозащіпки. Вони залишаються заблокованими, поки на них подається струм. Зазвичай такі защіпки встановлюють на евакуаційні виходи та двері громадського користування, які мають бути негайно розблоковані в разі пожежної тривоги.

Кардинально іншими за конструкцією є електромагнітні замки (рисунок 2.9). Вони складаються з основної частини та відповідної планки. Важливим є факт відсутності будь-яких механічних деталей, що значно збільшує термін служби таких замків. Основна частина являє собою корпус з електромагнітом, що встановлюється на раму дверей. А зворотна планка - це сталева пластина, яка прикручується до полотна дверей. Робота замка полягає в такому: під час подавання постійного струму корпус замка примагнічує зворотну планку. Сила утримання залежить від розміру замка, тобто чим більша електромагнітна котушка розташована всередині – тим сильніше відбувається примагнічування. У разі зникнення живлення замок відпускає планку і двері стають відчиненими.

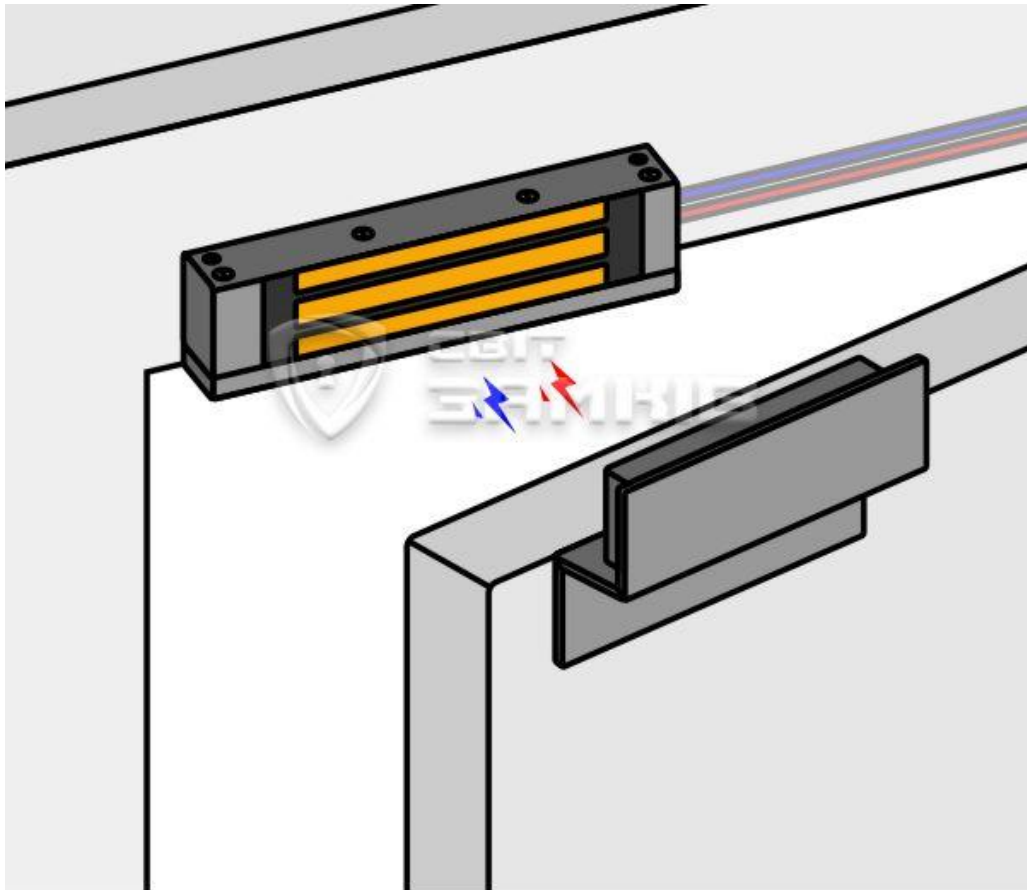


Рисунок 2.9 – Електромагнітний замок

Для того, щоб у момент примагнічування зменшити шум від удару, на зворотній планці зазвичай присутня гумова прокладка. Однак фахівці все одно рекомендують обов'язково встановлювати на дверне полотно доводчик. Він забезпечить плавне закривання, що сприятиме більшому терміну експлуатації як дверей, так і самого електромагнітного замка. Особливо це актуально для скляних полотен, де дотягування без різких ривків і закриття критично важливе для довготривалої роботи.

Наступний тип – електроригельні замки (рисунок 2.10). Їхній принцип роботи відрізняється від електромеханічних, проте всередині використовується схожа електромагнітна котушка. Вона притягує або виштовхує ригель залежно від типу замка. Більшість електроригельних замків "нормально відкриті", тобто за відсутності подачі струму вони залишаються у відкритому стані. Щоб двері з таким замком були зачинені – на нього постійно потрібно подавати напругу. Однак є і "нормально закриті"

електроригельні замки. І, щоб можна було їх розблокувати за відсутності електрики, вони мають отвір для встановлення звичайної серцевини, яка за допомогою ключа керує ригелем.

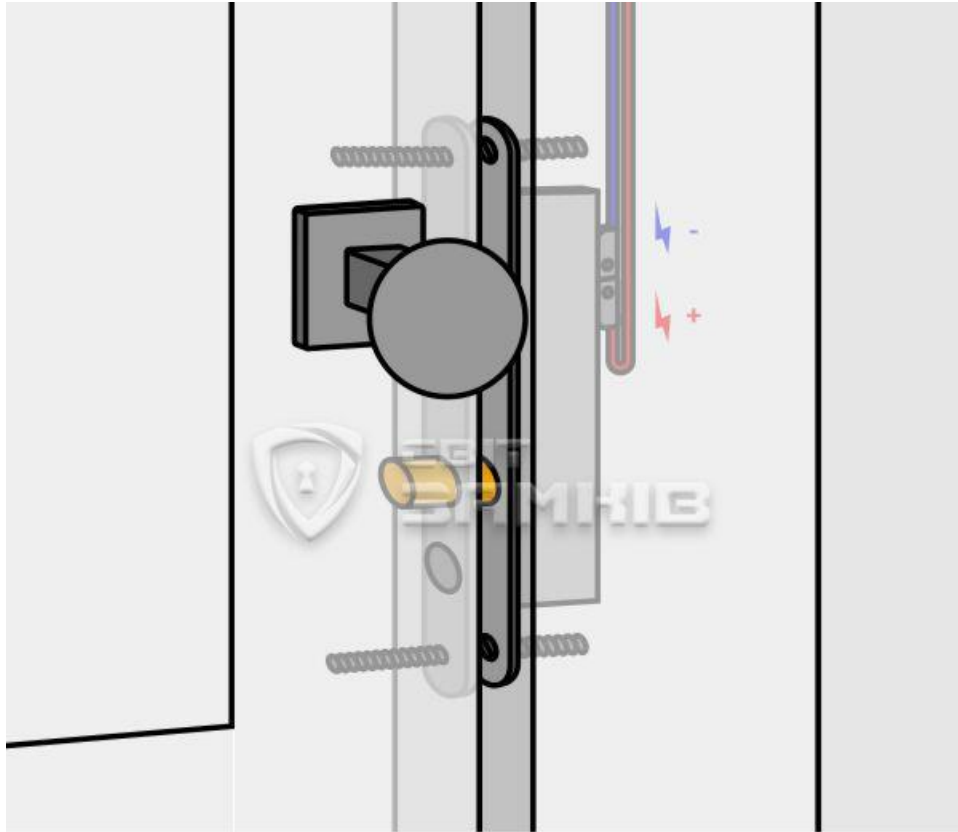


Рисунок 2.10 – Електроригельний замок

Усі електроригельні замки комплектуються зворотною планкою зі звичайним магнітом і мають у своєму корпусі геркон. Під час зачинення дверей, коли замок наблизився до зворотної планки, геркон реагує на магніт і посилає сигнал, що необхідно висунути ригель. Це і є основною відмінністю від електромеханічних замків, де механічний язичок є індикатором стану зачинених дверей і натягує пружину ригеля. В електроригельному цим індикатором слугує геркон під лицьовою планкою замка і природний магніт під зворотною.

Встановлюватися такі замки можуть як у полотно дверей, так і в дверну раму, що спрощує протягування кабелів. Оскільки ці замкальні пристрої монтуються врізним способом - зовні взагалі відсутні будь-які видимі

частини. Тому електроригельні замки можуть використовуватися в системах СКУД як основний або додатковий прихований елемент замикання.

Уся сутність електромоторних замків (рисунок 2.11) криється в назві.

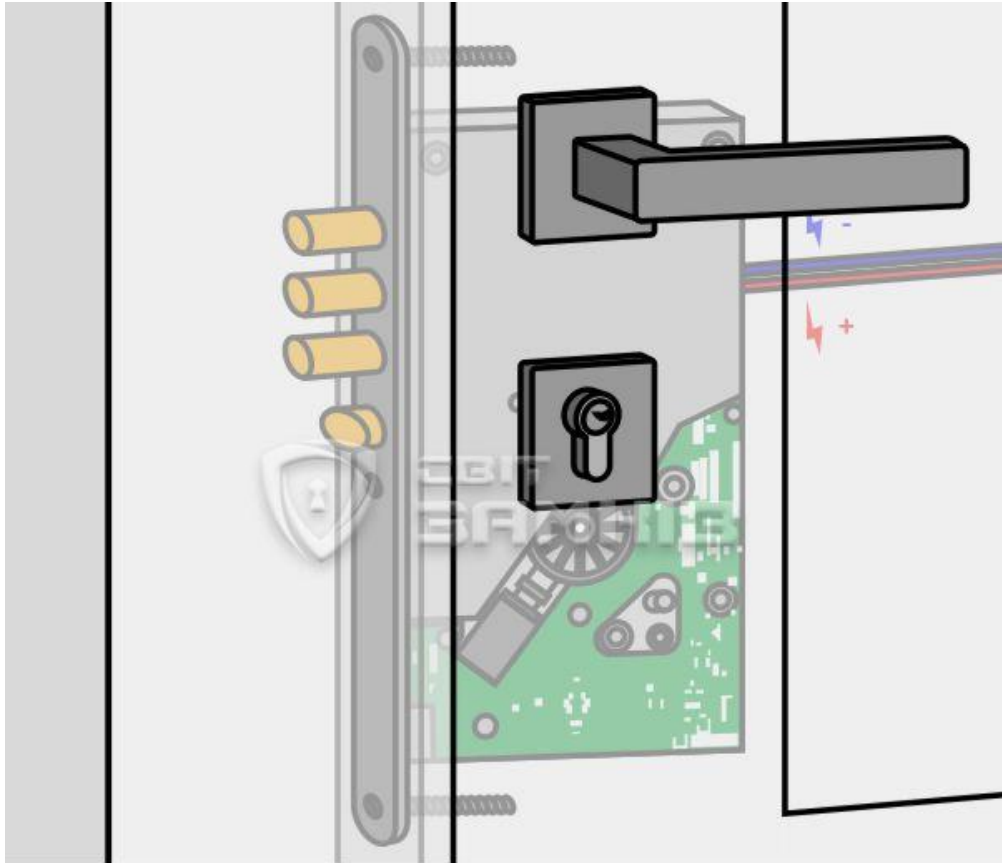


Рисунок 2.11 – Електромоторний замок

На відміну від інших типів, у їхній конструкції міститься невеликий електричний двигун, що живиться від постійного струму. Він керує масивними ригелями. Такі замки зазвичай великого розміру і відрізняються високою стійкістю до зламу. Щоб керувати товстими важкими ригелями, вже недостатньо простого електромагнітного соленоїда. Потрібен повноцінний електричний двигун, хоч і малого розміру. Через це такого плану замки закриваються і відчиняються трохи довше за інші і видають невеликий шум під час роботи. Це обов'язково потрібно враховувати.

На відміну від простого механічного замка для встановлення і правильної роботи електричного замикаючого пристрою потрібне додаткове обладнання. Це обов'язково потрібно враховувати, оскільки матеріал дверей і місце встановлення безпосередньо впливає на тип замка, який Вам підійде. Крім замикаючого пристрою, мінімально потрібно:

- блок живлення. Він подає струм на замок і трансформує напругу 220В в необхідні 12В або 24В;

- контролер. Це мозок системи контролю доступу. Він керує електрозамком. Контролер може бути окремим пристроєм, встановлюваним усередині приміщення, або бути вбудованим у зовнішній пристрій зчитування інформації - кодову панель, зчитувач карток, біометричний сканер тощо;

- зчитувач інформації. Це пристрій, з яким користувач взаємодіє, щоб потрапити всередину приміщення. Наприклад, зчитувач карток і брелків, кодова панель, пульт радіоуправління, сканер відбитків пальців або обличчя. Розташовується на зовнішній стороні дверей;

- ручки для відкривання дверей з обох боків;

- дверний доводчик для автоматичного закривання після проходу користувача;

- додатково для зручності можуть бути встановлені домофон і кнопка дистанційного відкривання [5].

## 2.4 Вибір каналної технології

Оскільки офісні приміщення часто мають декілька поверхів та велике навантаження на мережу, то для задовільнення усіх потреб, слід використовувати каналну технологію Fast ethernet (802.3u) зі швидкістю 100 мбіт/с.



### 3 РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНИХ МЕТОДІВ ПОСИЛЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ОФІСНИХ ПРИМІЩЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЙ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

#### 3.1 Мережева розсилка

Даний варіант є найдешевшим і підійде власникам офісів , що тільки вийшли на ринок. Він полягає у тому , що при фіксації пожежі мікроконтролер ESP32 виконає мережеву розсилку сигналу тривоги всім користувачам , що підключені до даної мережі.

```
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <WebServer.h>
#include <uri/UriBraces.h>

#define WIFI_SSID "Wokwi-GUEST"
#define WIFI_PASSWORD ""
#define WIFI_CHANNEL 6

Server server(80);
const int LED1 = 26;
const int LED2 = 27;
const int FIRE_SENSOR_PIN = 14;

bool led1State = false;
bool led2State = false;

void sendHtml() {
}
```

```
void sendFireAlert() {

    WiFiClient client;
    if (!client.connect("сервер", 80)) {
        Serial.println("Connection failed");
        return;
    }
    client.println("POST /fireAlert HTTP/1.1");
    client.println("Host: сервер");
    client.println("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded");
    client.print("value=");
    client.println("Fire detected!");
    client.println("Connection: close");
    client.println();
    delay(10);
}

void setup(void) {
    Serial.begin(115200);
    pinMode(LED1, OUTPUT);
    pinMode(LED2, OUTPUT);
    pinMode(FIRE_SENSOR_PIN, INPUT);
    server.on("/", sendHtml);
    server.on(UriBraces("/toggle/{ }"), []() {

    });
    server.on("/fireAlert", []() {
        sendFireAlert();
        server.send(200, "text/plain", "Fire alert sent!");
    });
}
```

```
server.begin();  
Serial.println("HTTP server started");  
}  
void loop(void) {  
  server.handleClient();  
  if (digitalRead(FIRE_SENSOR_PIN) == HIGH) {  
    sendFireAlert();  
    delay(5000);  
    delay(2);  
  }  
}
```

На рисунку 3.1 представлено схематичне зображення потоків даних.

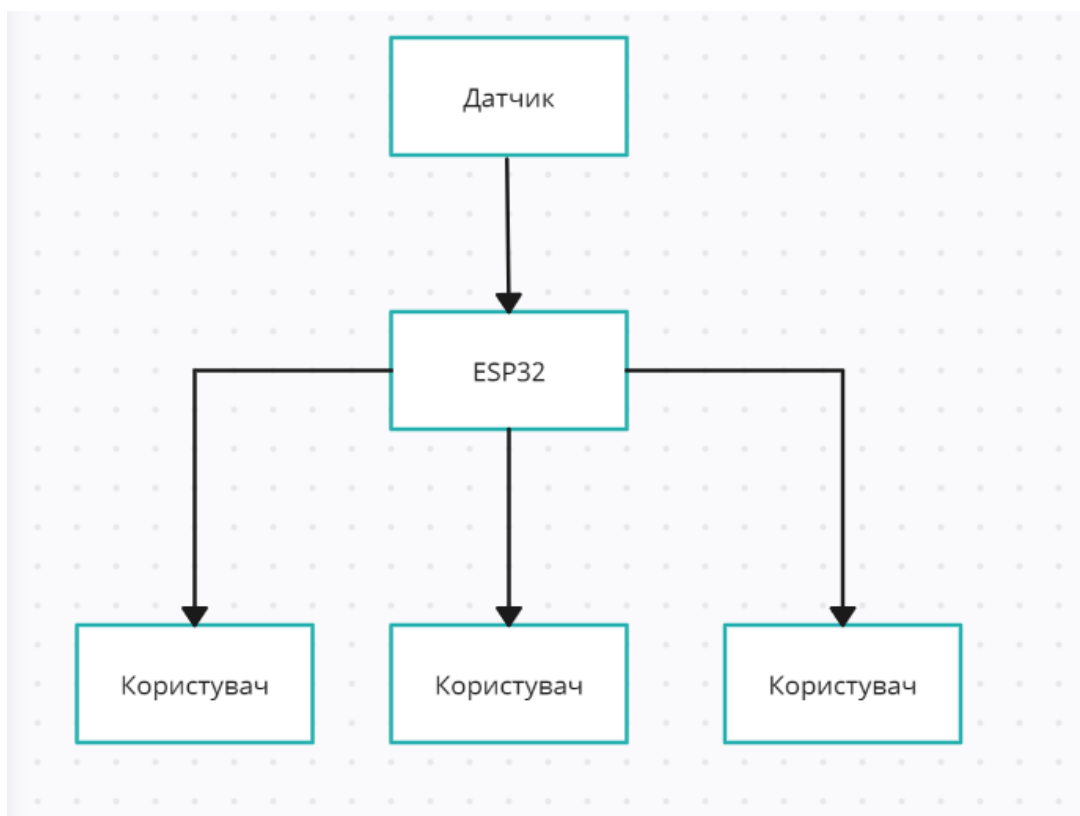


Рисунок 3.1 – Схематичне зображення потоків даних

На рисунку 3.2 представлено схему підключення мікроконтролера.

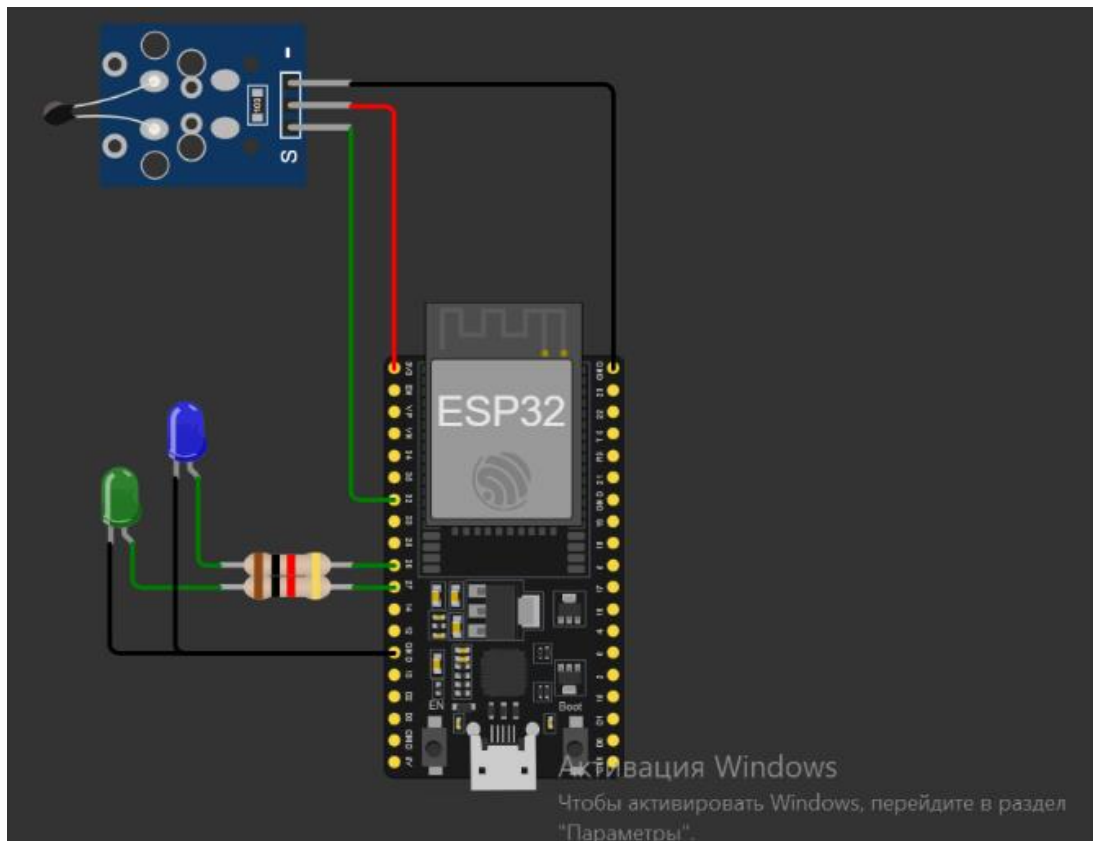


Рисунок 3.2 – Схема підключення мікроконтролера

Даний варіант підвищує інформованість персоналу щодо пожежної небезпеки, дозволить швидко та без метушні відреагувати на небезпеку. Проте даний результат містить певний недолік, а саме, кожна людина навіть якщо вона знаходиться на вулиці отримає сигнал про пожежну небезпеку. Даний недолік може дати хибну інформацію людям, які не працюють в офісі.

### 3.2 Мобільний додаток

Мобільні додатки являють собою ефективний і потужний інструмент для забезпечення безпеки та евакуації людей у разі пожежної загрози в офісі. Використання мобільних технологій для інформування та координації дій персоналу може значно поліпшити реакцію на надзвичайні ситуації та забезпечити швидку й безпечну евакуацію.

Однією з ключових переваг мобільних застосунків є їхня здатність миттєво доставляти важливі повідомлення та інструкції персоналу. Застосунки можуть надсилати push-повідомлення з інформацією про пожежну загрозу, вказівками щодо евакуації, а також поточними оновленнями про ситуацію. Це дає змогу оперативно реагувати на ситуації, що виникають, і надавати персоналу необхідну інформацію для ухвалення рішень.

Завдяки функціоналу геолокації мобільні застосунки можуть надавати персоналізовані інструкції з евакуації залежно від місця розташування кожного співробітника. Таким чином, додатки можуть оптимізувати маршрути евакуації та забезпечити більш ефективну організацію процесу евакуації.

Іншою важливою функцією мобільних застосунків є можливість включення в них інтерактивних карт офісу із зазначенням місця розташування виходів, засобів пожежогасіння та збірних пунктів. Це допомагає персоналу швидко орієнтуватися під час евакуації та запобігає можливим затримкам і плутанині.

Загалом, використання мобільних додатків для інформування та евакуації в разі пожежної загрози в офісі являє собою ефективний та інноваційний підхід до забезпечення безпеки персоналу. Такі додатки сприяють швидкій реакції на надзвичайні ситуації, підвищують рівень підготовки персоналу до дій в екстрених ситуаціях і можуть врятувати життя.

Таким чином мобільний додаток є дешевим і інформативним тому пропонується наступний варіант:

```
dart
import 'package:flutter/material.dart';
import 'package:http/http.dart' as http;
import 'dart:convert';

class EvacuationRoute {
```

```

final String routeName;
final List<LatLng> routeCoordinates;

EvacuationRoute({required this.routeName, required
this.routeCoordinates});
}
class FireAlarmApp extends StatefulWidget {
  @override
  _FireAlarmAppState createState() => _FireAlarmAppState();
}
class _FireAlarmAppState extends State<FireAlarmApp> {
  bool fireAlarm = false;
  List<EvacuationRoute> evacuationRoutes = [];

  @override
  void initState() {
    super.initState();
    fetchData();
  }

  void fetchData() async {
    // Здесь должен быть код для получения данных с контроллера
ESP32
    // Например, запрос к API на ESP32
    var response = await
http.get(Uri.parse('http://your_esp32_ip_address/data'));
    if (response.statusCode == 200) {
      var data = json.decode(response.body);
      setState() {
        fireAlarm = data['fire_alarm'];

```

```

// Пример получения данных об эвакуационных маршрутах
evacuationRoutes =
_parseEvacuationRoutes(data['evacuation_routes']);
    });
  } else {
    throw Exception('Failed to load data');
  }
}

List<EvacuationRoute> _parseEvacuationRoutes(List<dynamic> data) {
  List<EvacuationRoute> routes = [];
  for (var route in data) {
    String routeName = route['name'];
    List<LatLng> routeCoordinates = [];
    for (var coord in route['coordinates']) {
      routeCoordinates.add(LatLng(coord['lat'], coord['lng']));
    }
    routes.add(EvacuationRoute(routeName: routeName, routeCoordinates:
routeCoordinates));
  }
  return routes;
}

@override
Widget build(BuildContext context) {
  return MaterialApp(
    home: Scaffold(
      appBar: AppBar(
        title: Text('Fire Alarm'),
      ),
    ),
  ),

```

```

body: Center(
  child: Column(
    mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.center,
    children: <Widget>[
      fireAlarm ? Text('Fire Alarm! Evacuate immediately!') : Text('No
fire alarm detected.'),
      SizedBox(height: 20),
      ElevatedButton(
        onPressed: () {
          // Можливо додати код для відображення евакуаційних
ШЛЯХІВ
          // Для цього можна додати наприклад Google maps
        },
        child: Text('Show Evacuation Routes'),
      ),
    ],
  ),
);
}
}

void main() {
  runApp(FireAlarmApp());
}

class LatLng {
  final double lat;
  final double lng;
}

```



```

LatLng(this.lat, this.lng);
}

```

Даний код написаний на мові Flutter і є простим інструментом моніторингу та считування даних з датчиків ESP32. Крім того даний код можна дуже легко модифікувати додавши до нього Google maps. Таким чином мобільний додаток буде не лише інформувати користувача про пожежі, а й дозволить зорієнтуватися у будівлі за допомогою карти та швидко пройти до евакуаційного виходу. На рисунку 3.3 представлено схематичне зображення потоків даних.

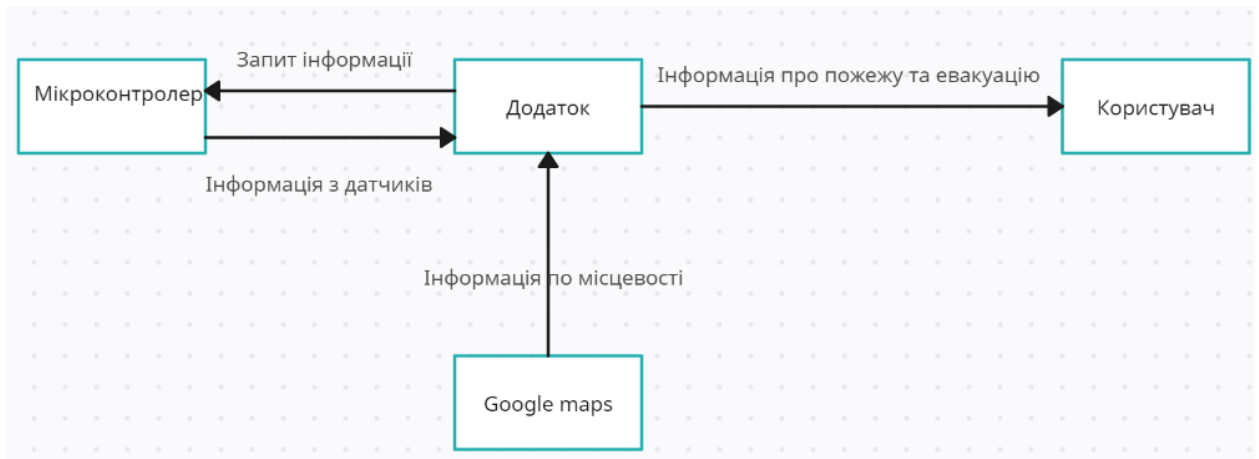


Рисунок 3.3 – Схематичне зображення потоків даних

### 3.3 «Розумний» офіс

Даний варіант є проектом офісу, що використовує передові технічні, архітектурні та будівельні досягнення. Перш за все, на етапі проектування офісу необхідно використовувати матеріали з низькою займистістю. Це передбачає використання спеціальних вогнезахисних покриттів для стін, стель і підлог, а також застосування вогнестійких ізоляційних матеріалів.

Вибір відповідних будівельних матеріалів з низькою займистістю є ключовим аспектом забезпечення безпеки будівлі. Такі матеріали сприяють уповільненню поширення вогню і збільшують час для евакуації персоналу.

По-друге, в будівлі має бути спроектовано ефективну систему вентиляції. У разі виявлення пожежі автоматична система вентиляції повинна активуватися негайно, щоб забезпечити швидку евакуацію та запобігти отруєнню димом. Для максимальної ефективності рекомендується використовувати систему вентиляції з високою продуктивністю і можливістю автоматичного керування. Вентиляційні системи мають бути спроектовані з урахуванням особливостей будівлі та розташування приміщень, щоб забезпечити рівномірний розподіл чистого повітря у всіх зонах.

І по-третє, необхідна ефективна система керування пожежною безпекою. Автоматична система безпеки включає в себе електронний замок, який автоматично блокує доступ до певних приміщень у разі виявлення пожежі. Це допомагає запобігти поширенню вогню і диму на інші зони будівлі, забезпечуючи безпечну евакуацію персоналу. Рекомендується використовувати електронні замки з високим ступенем надійності та автономності. Такі замки зазвичай оснащені системою резервного живлення, що дає змогу їм функціонувати навіть у разі вимкнення основного електроживлення під час пожежі. Крім того, важливо забезпечити можливість віддаленого управління замком за допомогою центру управління безпекою будівлі.

Код для даної системи управління:

```
#include <WiFi.h>

const char* ssid = "Назва_вашої_мережі";
const char* password = "ваш_пароль";
const int lockPin = 12;
const int ventilationPin = 13;
const int firePin = 14;

void setup() {
```

```
Serial.begin(9600);

pinMode(lockPin, OUTPUT);
pinMode(ventilationPin, OUTPUT);
pinMode(firePin, INPUT);

WiFi.begin(ssid, password);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(1000);
  Serial.println("Connecting to WiFi...");
}
Serial.println("Connected to WiFi");
}

void loop() {

  if (digitalRead(firePin) == HIGH) {
    // Пожежу виявлено
    Serial.println("Fire detected!");

    digitalWrite(lockPin, HIGH);

    // Запуск вентиляції
    digitalWrite(ventilationPin, HIGH);

    // Сповіщення про увімкнення вентиляції та закриття дверей
    Serial.println("Lock closed and ventilation activated.");
```

```
// Затримка перед новою перевіркою пожежі
delay(5000); // Перевірка статусу пожежі раз на 5 секунд
} else {
// В случае отсутствия пожара, отключаем вентиляцию
digitalWrite(ventilationPin, LOW);

Serial.println("Ventilation deactivated.");

delay(1000);
}
}
```

Дана система управління при виявленні пожежі закриває електронний замок в приміщення з пожежею та переводить вентиляцію у форсований режим для того , щоб витягнути отруйні гази. Дана система є гнучкою та легко модифікується.

Наприклад, можна додати систему розпилення протипожежного порошку, що значно підвищить вірогідність затухання пожежі та зменшить збитки і жертви.

На рисунку 3.4 представлено схематичне зображення потоків даних.

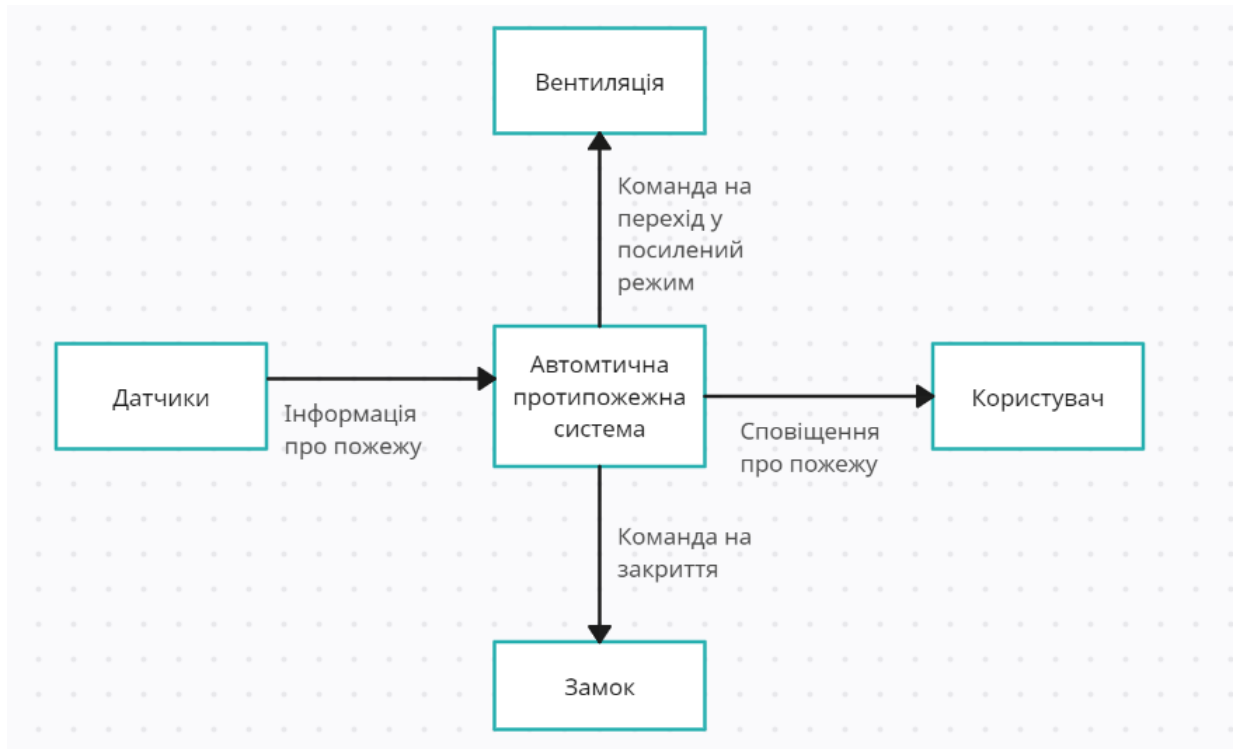


Рисунок 3.4 – Схематичне зображення потоків даних

## ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи було розроблено та запропоновано варіанти для посилення пожежної безпеки за допомогою технологій інтернету речей. Дані варіанти є гнучкою базою яку можна комбінувати , доповнювати та модифікувати згідно можливостей та необхідності.

Теоретична база та практичні напрацювання описано у трьох розділах ,а саме:

- у першому розділі розглянуто проблематику та актуальність питання пожеж у офісних приміщеннях;
- у другому розділі розглянуто технологічні досягнення ,які буде корисно використати при реальному монтуванні системи пожежної безпеки.
- у третьому розділі запропоновано гнучкі варіанти та надано базу для розширення протипожежної системи.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Оснащення офісних приміщень первинними засобами пожежогасіння. [Електронний ресурс] – URL: <https://oppb.com.ua/articles/osnashchennya-ofisnyh-prymishchen-pervynnymy-zasobamy-pozhezhogasinnya>.
2. Вимоги з пожежної безпеки для керівника підприємства. [Електронний ресурс] – URL: <https://garbis.com.ua/pozhezhna-bezpeka-v-ofisi-vymohy-pravyula-vidpovidalnist-kerivnyka/>
3. Офіційна статистика Інституту державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту по пожежах. [Електронний ресурс] – URL: <https://idundcz.dsns.gov.ua/statistika-pozhezh/analitichni-materiali>.
4. Датчики фірми Аякс. [Електронний ресурс] – URL: [https://alarm.bezpeka.systems/product/ajax-fireprotect-white/?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAiAlcyuBhBnEiwAOGZ2S-Xn-2N1xHgaAaVc8YSU06i-nGd1uofPcsEKYhlBQrKmOVZLWGYbxRoCLIIQAvD\\_BwE](https://alarm.bezpeka.systems/product/ajax-fireprotect-white/?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAlcyuBhBnEiwAOGZ2S-Xn-2N1xHgaAaVc8YSU06i-nGd1uofPcsEKYhlBQrKmOVZLWGYbxRoCLIIQAvD_BwE)
5. Електронні замки. Види та особливості. [Електронний ресурс] – URL: <https://svitzamkiv.ua/ru/blog/elektrozamki-osoblivosti-roboti-montazhu-zastosuvannya/>
6. ДСТУ 8828:2019 – Пожежна безпека. Загальні положення. [Електронний ресурс] – URL: [https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu\\_8828\\_2019.pdf](https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_8828_2019.pdf).
7. Paul Scherz and Simon Monk «Practical Electronics for Inventors», 2016. – 1056с.
8. Нечитайло О.О. Посилення системи пожежної безпеки за допомогою технологій інтернету речей. Науковий керівник – Штих Анна Анатоліївна// матеріали XXVIII міжнародного молодіжного форуму “Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті”, м. Харків, 16-18 квітня, 2024 рік – ст 544-545.