

**Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Тернопільський національний економічний університет  
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютерної інженерії**

До захисту допущено  
Завідувач кафедри  
комп'ютерної інженерії  
к.т.н., доц. О.М.Березький

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2012 р.

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ**  
освітньо-кваліфікаційного рівня "Спеціаліст"  
зі спеціальність 7.05010201 "Комп'ютерні системи та мережі"  
на тему:

**АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ НА  
ОСНОВІ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ**

Студент групи  
КСМЗс-51 \_\_\_\_\_ Махно А.В.  
(підпис)

Керівник:  
к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Чирка М. І.  
(підпис)

Нормоконтроль:  
к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Васильків Н.М.  
(підпис)

Консультант  
з охорони праці  
доцент \_\_\_\_\_ Сапожник Г.В.  
(підпис)

2012

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Тернопільський національний економічний університет  
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютерної інженерії  
спеціальність 7.05010201 – “Комп'ютерні системи та мережі”

“Затверджую”  
завідувач кафедри  
комп'ютерної інженерії  
к.т.н., доц. О.М.Березький

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## **ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТА**

### **1 МАХНА АНДРІЯ ВОЛОДИМИРОВИЧА**

1. Тема проекту "Автоматизована система пожежної сигналізації на основі сенсорних мереж "

затверджена наказом університету № \_\_\_\_ від “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

2. Термін здачі студентом закінченого проекту \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані для проекту: див. технічне завдання.

#### **4. Перелік задач, які мають бути вирішені:**

- обґрунтувати вибір технології побудови системи;
- провести аналіз датчиків диму та типів систем пожежної сигналізації;
- сформулювати рекомендації по розміщенню пожежних датчиків на об'єкті;
- розробити структурну схему системи пожежної сигналізації;
- розробити функціональну схему радіофікованого датчика диму;
- розробити функціональну схему приймального і контрольного модуля.

#### **5. Перелік графічного матеріалу (з точним вказанням обов'язкових креслень)**

1. Безпроводна система пожежно-охоронної сигналізації. Схема структурна.

2. Датчик диму. Схема структурна.

3. Радіофікований датчик диму. Схема функціональна.

4. Приймально – контрольний модуль. Схема функціональна.

**6. Консультанти по проекту із зазначенням розділів:**

Розділ	Консультант	Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Сапожник Г.В.		

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів дипломного проекту	Позначки керівника про виконання завдань
1	Аналіз засобів та систем виявлення пожежі	10.11 – 12.11	
2	Автоматизована система пожежної- сигналізація на основі сенсорних мереж	12.11 – 02.12	
3	Розробка апаратного забезпечення системи	03.12 – 04.12	
4	Охорона праці	04.12 – 05.12	

Студент \_\_\_\_\_

Керівник дипломного проекту \_\_\_\_\_

## **Технічне завдання**

### **1. НАЙМЕНУВАННЯ ТА ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ**

- 1.1. Автоматизована система пожежної сигналізації на основі сенсорних мереж.
- 1.2. Область застосування – великі адміністративні та приватні будівлі.

### **2. ОСНОВА ДЛЯ РОЗРОБКИ**

Основою для розробки є завдання на дипломний проект, затверджене кафедрою комп'ютерної інженерії факультету комп'ютерних інформаційних технологій Тернопільського національного економічного університету.

### **3. ПРИЗНАЧЕННЯ РОЗРОБКИ**

Дана розробка призначена для оперативного виявлення пожежі та несанкціонованого доступу в великих адміністративних та приватних будівлях.

### **4. ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ**

Джерелами даної розробки є матеріали навчальної і реферативної літератури, технічна документація, науково-дослідні роботи, журнали.

### **5. ЗАДАЧІ РОЗРОБКИ**

- 5.1. Обґрунтувати вибір технології побудови системи.
- 5.2. Провести аналіз датчиків диму та типів систем пожежної сигналізації.
- 5.3. Сформувані рекомендації по розміщенню пожежних датчиків на об'єкті.
- 5.4. Розробити структурну схему системи пожежної сигналізації.
- 5.5. Розробити функціональну схему радіофікованого датчика диму.
- 5.6. Розробити функціональну схему приймального і контрольного модуля.

### **6. ВИМОГИ ДО АПАРАТНОЇ СИСТЕМИ**

- 6.1. Вимоги до структури і функцій
  - 6.1.1 Стільникова архітектура мережі датчиків.
  - 6.1.2 Наявність провідного каналу зв'язку між базовими модулями.
- 6.2. Вимоги до апаратної сумісності
  - 6.2.1 Кількість датчиків – до 100 шт.
  - 6.2.2 Відстань передавання до 30 м.
- 6.3. Вимоги до надійності
  - 6.3.1 Середній час безвідмовної роботи повинен складати не менше 100000 годин.

6.3.2 Пристрій повинен бути ремонтпридатним.

#### 6.5. Умови експлуатації

6.5.1 По захищеності від проникнення води і пилу складові частини повинні відповідати умовам зберігання та експлуатації цифрових пристроїв:

- температуру повітря в межах від - 18°C до +26°C;
- відносну вологість повітря при 25°C в межах від 45% до 75%;
- атмосферний тиск  $760 \pm 25$  мм рт. ст.

### **7. ВИМОГИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

В розділі “Охорона праці” дипломного проекту повинен бути даний аналіз умов праці розробника апаратних засобів в лабораторії.

### **8. ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ І ПРИЙМАННЯ**

8.1 Представлення дипломного проекту на попередній захист.

8.2 Представлення дипломного проекту на захист.

## ЗМІСТ

Вступ	10
1 Аналіз засобів та систем виявлення пожежі	12
1.1 Аналіз засобів виявлення пожежі для житлових приміщень	12
1.2 Види систем пожежної сигналізації	26
1.3 Технологія сенсорних мереж та сфери їх використання	28
1.4 Формування вимог та постановка задачі	30
2 Автоматизована система пожежної - сигналізація на основі сенсорних мереж	32
2.1 Технологія побудови сенсорних мереж та їх переваги	32
2.2 Розміщення пожежних датчиків на об'єкті	34
2.3 Топологія сенсорної мережі	39
3 Розробка апаратного забезпечення системи	43
3.1 Автоматизована система пожежної сигналізації на основі сенсорної мережі	43
3.2 Розробка структурної схеми системи пожежної сигналізації	47
3.3 Функціональна схема радіофікованого датчика диму	48
3.4 Розробка багатосегментної системи пожежної сигналізації	53
4 Охорона праці	57
Висновки	70
Список використаних джерел	71

## ВСТУП

Технічні засоби виявлення пожежі і сповіщення об'єднують на об'єкті в єдиний комплекс, який дозволяє не тільки привернути увагу людей, що знаходяться усередині будівлі і в безпосередній близькості від нього, але і за допомогою засобів зв'язку передати тривожне сповіщення в центральні служби, а також відключити систему вентиляції, включити системи пожежогасінні, системи евакуації, розблокувати двері на шляхах евакуації, при необхідності, включити систему видалення диму і підпір повітря, встановити ліфти на першому поверсі і т.д.. Сформовані таким чином системи пожежної сигналізації розрізняються складом технічних засобів, структурою побудови і видом каналів збирання і передачі інформації, умовами застосування і іншими характеристиками. Проте головними відмінними ознаками являються характеристики взаємодії сенсорів і приймально-контрольних приладів в системі пожежної сигналізації. До них відносяться, перш за все спалаху, а також спосіб передачі сенсорами інформації про пожаронебезпечну ситуацію в приміщенні, що захищається, і ступінь контролю працездатності ПД. Дані характеристики в значній мірі визначають тактико-технічні можливості системи в цілому. У зв'язку з цим виділяють – порогові неадресні ("традиційні"), адресні (опитувані неопитувані) і адресно-аналогові системи.

Традиційні системи застосовують дискретний спосіб передачі інформації від сенсора в приймально-контрольний прилад (ПКП), при якому рішення про виникнення пожежі ухвалюється в сенсорі і передається в ПКП у вигляді сповіщення "Пожежа". Такі системи мають обмежені можливості визначення місця розміщення сенсора, що спрацював – тільки по номеру шлейфу, в який він включений. Тому в НПБ 88-2001\* «Установки пожежогасіння і сигналізації. Норми і правила проектування» встановлення обмеження по

кількості, розташуванню і площі приміщень, в яких зона контролю обладнала одним шлейфом.

Сенсорний датчик (або сенсор) – це мініатюрний пристрій, що володіє певними властивостями. Він може зондувати оточуючий його простір і збирати інформацію у вигляді інформаційних сигналів. Сенсор має радіопередавач, який дозволяє передавати інформаційні сигнали на базову станцію через бездротові засоби зв'язку. Але цей радіопередавач має обмежену дальність передачі до 50 м. Це означає, що сигнали, надіслані сенсорним сенсором, не будуть одержані на відстані більше 50 м. Цей недолік можна компенсувати за рахунок використання великої кількості таких сенсорів, для того, щоб сигнали змогли дійти до базової станції, навіть якщо вона знаходиться дуже далеко. Це достатньо легко здійснити, оскільки подібне використання не є дорогим завдяки маленькому розміру і невисокій ціні сенсорних сенсорів.

Однією з привабливих характеристик безпроводних сенсорів є те, що вони можуть бути малими за розміром, менше монети, і очікується, що в майбутньому вони стануть ще менші. До того ж вони дешеві. Звичайний сенсорний сенсор коштує приблизно 5-10 доларів. Враховуючи мініатюрні розміри і низьку собівартість таких сенсорів, вони у великій кількості можуть бути використані для збору інформації і її бездротової передачі.

В даний час у зв'язку з розвитком нових технологій з'явилася можливість створення і використання ефективних систем пожежної сигналізації з використанням технології безпроводних сенсорних мереж.

В даному проекті розглядається один з типів платформ бездротового контролю – мережа сенсорів контролює пожежну ситуацію у житловій будівлі.



# 1 АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ТА СИСТЕМ ВИЯВЛЕННЯ ПОЖЕЖІ

## 1.1 Аналіз засобів виявлення пожежі для житлових приміщень

Для того щоб зафіксувати пожежу на самій ранній стадії, коли вона називається загорянням, використовуються сучасні системи виявлення та системи пожежної сигналізації (СПС). Вони призначені для цілодобового контролю об'єкта охорони та оповіщення власника про перші ознаки пожежі або задимлення. Для створення таких систем використовуються: пристрої виявлення - пожежні сповіщувачі, приймально-контрольні прилади (ПКП) і виконавче обладнання (засоби оповіщення).

### 1.1.1 Пожежні датчики-сповіщувачі

Пожежні датчики-сповіщувачі є основними елементами систем виявлення вогнища пожежі. Перш за все, від їх чутливості і завадостійкості залежить ефективність роботи системи. У приватному секторі зазвичай використовуються димові, теплові сповіщувачі і прилади виявлення відкритого вогнища полум'я. Як правило, всі вони є "пороговими", тобто спрацьовують у разі перевищення контрольованим параметром заданого значення.

Димові сповіщувачі. Дим - основна і найбільш характерна ознака пожежі на самій ранній його стадії. Вимірявши концентрацію диму в повітрі, датчик передає сигнал про наявність спалаху. Димові сповіщувачі поділяються на точкові і лінійні.

Точкові димові сповіщувачі проводять замірювання в тому місці, в якому встановлені. У приватному секторі з точкових сповіщувачів використовуються тільки фотоелектричні. У середині такого пристрою знаходиться вимірювальна камера з джерелом світла і фотоприймачем. Частинки диму, що потрапили в камеру, зменшують світлопроникність і розсіюють світловий потік у вимірювальній камері. Ці зміни і вловлює

фотоприймач. Але в різних конструкціях по-різному. В одних він фіксує загальне ослаблення світлового потоку (якщо розташований строго навпроти джерела світла). В інших - розсіювання потоку (фотоприймач розташований під прямим кутом до джерела світла). Перші з описаних приладів більш чутливі, але менш стійкі до перешкод (наприклад, до пилу) і потребують частого технічному обслуговуванні. Другі менш чутливі, зате більш завадостійкі. Саме вони в основному і використовуються при створенні СПС в приватному секторі. Кріпляться як правило під стелею, оскільки гаряче повітря і дим піднімаються до верху. Контрольована одним димовим сповіщувачем площа може становити до 80 м<sup>2</sup>. Навіть якщо метраж приміщення, в якому встановлюється датчик, набагато менше цієї величини, для підвищення достовірності виявлення спалаху необхідно встановлювати в ньому не менше двох пожежних сповіщувачів. При використанні підвісних стель і прокладці за ними силової електропроводки необхідно захистити застельовий простір окремими димовими датчиками або сповіщувачами спеціальної подвійної дії для застельових просторів.

### 1.1.2 Чутливість датчиків і помилкові спрацювання

Проведемо аналіз чутливості датчиків на прикладі точкових димових сповіщувачів. Чутливість датчиків може бути високою, середньою і низькою, але обов'язково повинна перебувати в межах від 0,05 до 0,2 дБ / м (саме в таких одиницях, перераховуваних в об'ємні відсотки, прийнято вимірювати чутливість - стандартний димової датчик повинен спрацювати, якщо задимлення в місці його встановлення викликає ослаблення світла на відстані 1 м на 1,1-4,5%). В деяких сповіщувачах є можливість регулювання чутливості, яка проводиться спеціальним перемикачем, що встановлюються на задній стінці. Він може бути як двохпозиційним (перемикає з верхнього на нижню межу), так і трьохпозиційним (перемикає з верхньої межі на нижній через середній, наприклад в серіях "Профі" і Leonardo від SYSTEM SENSOR).

Для використання в приватному секторі краще використовувати сповіщувач з трьохпозиційним регулятором чутливості. Настроений на верхню межу, сповіщувач реагує на мінімальний вміст диму в повітрі і може "спрацювати" не тільки при курінні в кімнаті, але і при обсмажуванні м'яса або роботі тостера на кухні. Мінімальної чутливості в ряді випадків може виявитися недостатньо для спрацювання датчика. Найімовірніше, вас влаштує середній рівень чутливості. А датчик з двохпозиційним регулятором саме цього і позбавлений. Оскільки на пожежні датчики, які знаходяться під стелею осідатимуть випаровування і пил, вони потребують періодичного обслуговування та догляду, тому що пил осідає не лише на корпусах, а й усередині вимірювальної камери, послаблюючи світловий потік, на який налаштований прилад, і викликаючи помилкове спрацювання. При цьому на не осілі (витають в повітрі усередині камери) частинки пилу датчик реагує так само, як на дим. Помилкове спрацювання - явище досить неприємне: пожежі немає, а датчик сигналізує "Пожежа" Щоб запобігти потраплянню пилу всередину вимірювальної камери, виробники захищають її досить складною лабіринтоподібною конструкцією і ускладнюють геометрію корпусу, знижуючи тим самим ймовірність помилкових спрацювань. Осівший пил, природно, треба періодично видаляти. Але якщо стерти пил з корпусу нічого не коштує, то з огорожуючої вимірювальної камери лабіринту видалити її буває досить непросто. А протирати оптику небезпечно, можна при цьому порушити юстировку оптичної системи сповіщувача, тому краще доручити цю справу фахівцям, які будуть періодично виконувати цю процедуру очищення сповіщувачів та інших елементів, одночасно виконують інші роботи з перевірки та технічного обслуговування системи.

### 1.1.3 Типи сповіщувачів

Лінійні димові сповіщувачі. Лінійні димові сповіщувачі складаються з двох елементів, які зовні нагадують камери відеоспостереження, -

випромінювача і приймача-перетворювача. Вони встановлюються один проти одного на протилежних стінах приміщення. Є моделі, в яких обидва елементи об'єднані в загальному корпусі, - в цьому випадку навпроти випромінювача знаходиться відбивач. Випромінювач може бути або інфрачервоним, або лазерним, які працюють у видимому діапазоні червоного світла. Поява диму в просторі між передавачем і приймачем (або між прийомопередавачем і відбивачем) викликає ослаблення прийнятого світлового потоку. Величину цього ослаблення і фіксує приймач-перетворювач. І в разі перевищення встановленого порога формує сигнал "Пожежа" (рисунок 1.1).

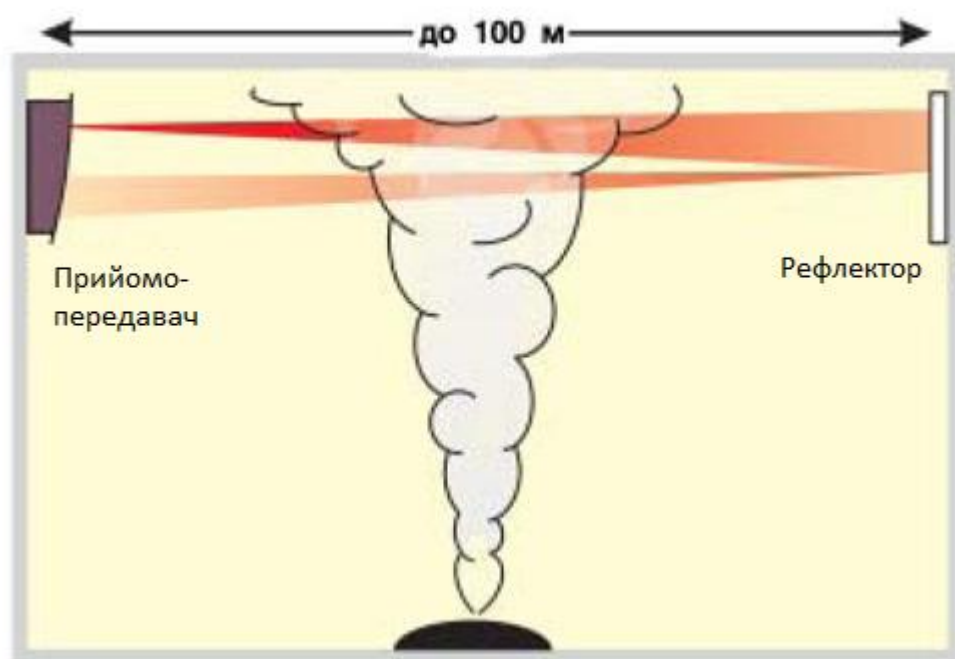


Рисунок 1.1 – Принцип дії лінійних димових сповіщувачів

Використовуються такі датчики виключно для великих приміщень, оскільки виявляють дим в зоні довжиною від 10 до 100 м і шириною від 9 до 18 м (тобто забезпечують контроль площі від 90 до 1000-2000 м<sup>2</sup>). У загальному випадку, один лінійний сповіщувач цілком здатний замінити десяток точкових, що може виявитися вигідно не тільки економічно, але і з точки зору дизайну приміщення. Але є й недоліки. Час спрацювання пристроїв залежить від обсягу і навіть конфігурації приміщення. Помилкове

спрацьовування можуть викликати різкі зміни прямого і відбитого світла, спалахи блискавок, а також зміна взаємного положення частин сповіщувача.

Теплові пожежні сповіщувачі. Чутливими елементами теплових сповіщувачів можуть бути: біметалічні пластини, напівпровідникові терморезистори і т. п. (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – Теплові пожежні сповіщувачі

За принципом дії теплові сповіщувачі діляться на пасивні (контактні) і активні (електронні). Пасивні не споживають електрики і функціонують наступним чином: коли температура в приміщенні досягає критичної (близько 70 °С), чутливий елемент або виробляє певний сигнал (за рахунок термоелектричного ефекту), або розриває / замикає контакт електричного кола, подаючи тим самим сигнал тривоги. Активні пристрої споживають електрику, зате видають інформацію не тільки про досягнення критичної температури в зоні, що охороняється, але, головне, і про зміну швидкості підвищення температури. Їх прийнято називати диференціальними сповіщувачами. У середині їх корпусу знаходиться не один чутливий елемент, а два - один безпосередньо стикається із зовнішнім середовищем, інший захищений всередині корпусу. Якщо температура при загорянні росте швидко, прилад фіксує різницю в показаннях чутливих елементів і посилає на ПКП сигнал тривоги. Якщо температура зростає повільно (тоді температура елементів змінюється однаково), прилад фіксує перевищення нею граничного значення і теж посилає сигнал тривоги.

В результаті, якщо пасивні теплові сповіщувачі підходять тільки для виявлення пожеж з відкритим полум'ям, що супроводжуються різким перевищенням порогового значення температури, коли вже точно щось горить, то диференціальні подають сигнал тривоги, коли ще немає відкритого полум'я, а температура лише почала зростати, але з неприпустимо високою швидкістю. Цим і пояснюється те, що пасивні датчики останнім часом використовуються в системах сигналізації все рідше незважаючи на їх дешевизну. Споживачі частіше вибирають датчики дорожчі, але які спрацьовують на більш ранній стадії пожежі - диференціальні. Використовуються вони зазвичай там, де димові пожежні сповіщувачі видають помилкові сигнали тривоги, наприклад на кухнях, в душових, кімнат для куріння кімнатах і т.д. Для таких приміщень, як котельні, де швидке підвищення температури є звичайним явищем, більше підходять порогові детектори на температуру  $70^{\circ}\text{C}$  - диференціальні детектори тут будуть давати помилкові сигнали тривоги.

Оптичні сповіщувачі відкритого полум'я.

Будь-яке вогнище горіння є джерелом оптичного випромінювання в діапазоні від інфрачервоного до ультрафіолетового. Виявлення такого випромінювання за допомогою фотоприймального пристрою, що має високу спектральну чутливість в ультрафіолетовій або інфрачервоної області, але нечутливого до видимої частини спектру, і є завданням для оптичних сповіщувачів відкритого полум'я.

В основному використовуються інфрачервоні оптичні сповіщувачі. Датчик в них може бути як вмонтованим в приймач-перетворювач, так і виносним. В останньому випадку датчик встановлюється безпосередньо в контрольованій зоні і з'єднується з приймачем, що встановлюється поза нею, оптоволоконним кабелем (довжина до 20 м).

Оптичні сповіщувачі. Оптичні сповіщувачі - малоінерційні пристрої, з мінімальним часом виявлення вогнища пожежі. Кут виявлення -  $90-120^{\circ}$ , дальність - від 13 до 32 м. Вони можуть виявляти як тліючі вогнища, так і

відкрите полум'я (рисунок 1.3). Їх недолік полягає в тому, що, якщо вогнище горіння затуляють будівельні елементи або меблі, сповіщувач його не зафіксує.



Рисунок 1.3 – Оптичний сповіщувач

Незамінні такі прилади там, де можливо швидке виникнення полум'я без диму (гаражі, комори, приміщення з електропобутової апаратурою). Наприклад, в гаражах, де можливе загоряння бензину та інших нафтопродуктів, слід встановити, як мінімум, два таких приладу, щоб автомобіль, який знаходиться в центрі не загородив полум'я.

Комбіновані сповіщувачі. Комбіновані сповіщувачі являють собою поєднання пристрою з двох датчиків в одному корпусі, керованих однією мікросхемою. Наприклад, сповіщувач "ПІ212/101-2" серії "Еко" від SYSTEM SENSOR поєднує функції димового оптико-електронного і теплового максимально диференціального сповіщувача, завдяки чому спрацьовує при будь-якому спалаху (яке супроводжується задимленням, так і бездимному, але з підвищенням температури). Треба відзначити, що комбіновані сповіщувачі такого типу користуються все зростаючою популярністю, оскільки позбавляють споживачів від необхідності монтувати в одному приміщенні два

типи датчиків - димового та теплового (така потреба нерідко виникає, наприклад, в гаражах) (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 – Комбінований сповіщувач.

Комбінований сповіщувач дозволяють виявляти пожежі різних типів - як тліючі, так і відкритого полум'я, але бездимні. Та й взагалі, чим менше сповіщувачів встановлено, тим менше їх необхідно обслуговувати. З іншого боку, як відомо, надійність використання будь-яких комбінованих пристроїв завжди нижче, ніж монофункціональних.

Ручні сповіщувачі. Ручні сповіщувачі - це тривожні кнопки, які служать для подачі сигналу про пожежу вручну. Їх встановлюють на шляхах евакуації (в коридорах, проходах, на сходових клітках і т.д. на висоті 1,5 м від рівня підлоги) не менш ніж по одному на кожен із шляхів, а при необхідності - в окремих приміщеннях (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Ручні сповіщувачі



У багатоповерхових будинках ручні сповіщувачі повинні бути на всіх сходових майданчиках кожного поверху (НПБ 88-2001 \*). Місця їх установки повинні мати штучне освітлення.

Автономні сповіщувачі. Створити елементарну пожежну сигналізацію можна шляхом установки автономних димових сповіщувачів, наприклад, по одному на кожне приміщення (якщо вони невеликі). Автономними ці пристрої називаються тому, що всередині кожного з них є незалежне джерело живлення, яке необхідно періодично міняти (приблизно раз на рік) (рисунок 1.6).

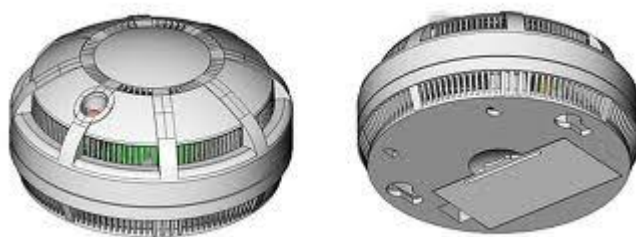


Рисунок 1.6 – Автономні сповіщувачі

Зате система абсолютно не залежить від наявності в мережі напруги живлення, в ньому просто немає необхідності. Крім батарейки, всередині корпусу знаходиться чутливий елемент (димовий датчик) і оповіщувач (сирена) з рівнем гучності 85-120 дБ. Незважаючи на те що автономні сповіщувачі трохи дорожчі традиційних, в яких немає ні джерела живлення, ні сирени, система пожежної сигналізації на основі автономних датчиків має мінімальну вартість, оскільки в ній відсутні дроти, приймально-контрольні прилади і необхідна для їх роботи система резервного живлення. Єдиний вид догляду, якого вимагають автономні сповіщувачі, - періодична продувка від пилу. Недолік полягає в тому, що кожен датчик спрацьовує сам по собі і, перебуваючи в дальньому кінці будинку, ви можете не почути сигналу тривоги.

Сповіщувач ІП212-43 (ДІП-43) від "Сигналспецавтоматика" видає не один, а кілька типів світлових і звукових сигналів - "Увага", "Пожежа", "Зовнішня тривога", за яким можна досить об'єктивно оцінити ситуацію, ще не бачачи, що сталося. Крім того, він подає сигнал про те, що розрядилася батарейка.

Випускаються і більш функціональні моделі автономних приладів, з'єднавши які проводами можна отримати систему сигналізації (але без пульта управління). Спрацювання одного датчика в ній викликає спрацювання інших. Це, наприклад, такі сповіщувачі, як "EI 100С" (EI Ltd, Ірландія, \$ 17), "ДИП-43М" ("ІТТ Сигналспецавтоматика", та ін. Сигнал такої системи ви гарантовано почуєте, в якому б приміщенні не знаходилися, мінус в тому, що розібратися на слух, де саме сталася пожежа, важко, тому що сигналять всі сповіщувачі одразу.

#### 1.1.4 Системи пожежної сигналізації

Зазвичай системи пожежної сигналізації складаються з датчиків-сповіщувачів перерахованих вище типів, а також обов'язкового приймально-контрольного пульта (ПКП), що приймає їх сигнали. Такі системи прийнято називати традиційними. В даний час виділяють три основні типи подібних систем: неадресні, адресні, адресно-аналогові.

Неадресні системи складаються з порогових (димових, теплових, сповіщувачів полум'я) і ручних сповіщувачів, що з'єднуються з ПКП проводом. Датчики не мають власної електронної адреси, в результаті при спрацюванні одного з них на пульті не відзначається ні його номер, ні приміщення, де він знаходиться. Фіксується тільки номер шлейфу (лінії), на якому встановлений датчик. В результаті щоб розібратися в ситуації, необхідно швидко оглянути всі приміщення, що охороняються цією лінією. Для полегшення визначення місця загоряння намагаються прокласти по одній лінії в кожне приміщення. Але цей шлях (збільшення кількості ліній) не

завжди найбільш оптимальний, оскільки значно ускладнює схему розводки і збільшує вартість монтажних робіт. Ось чому застосування неадресних систем вважається доцільним тільки для невеликих об'єктів (менше 20 приміщень).

У найпростіших адресних системах в порогові сповіщувачі вбудовується адресний модуль, який і транслює в режимі "ПОЖЕЖА" свій код по шлейфу на ПКП. За цим кодом визначається конкретне місце формування сигналу, що підвищує оперативність реагування на нього. Такий, можна сказати, найбільш дешевий спосіб трансформації безадресної системи в адресну. Ще одна перевага такої системи - можна проводити не по одній лінії в кожне приміщення, а створювати протяжні лінії, економлячи дроти і працю монтажників. Однак оснащений адресним модулем сповіщувач не може контролювати свій стан і транслювати на ПКП сигнал "НЕСПРАВНІСТЬ", а при виході адресного модуля з ладу ПКП взагалі перестає отримувати сигнали від датчика. Опитувальні адресні системи використовують інший тип ПКП, і зв'язок сповіщувача з ними стає двостороннім. ПКП не тільки приймає сигнали від сповіщувачів, а й автоматично тестує наявність зв'язку з ними та їх справність (здійснюється кожні кілька секунд). В результаті значно підвищується надійність СПС, і завжди можна бути впевненим, що датчики справні і спрацюють вчасно. Користуватися опитувальними-адресними системами простіше - як господарям, так і монтажникам. Наприклад, тимчасове видалення одного з датчиків (ремонт, профілактика) не викликає виходу з ладу всього шлейфу - ПКП просто зазначає при черговому опитуванні, що датчик відсутній. Крім цього, опитувальні системи дозволяють формувати не тільки лінійну, але і розгалужену структуру шлейфів (з числом датчиків близько 100), що в окремих випадках дозволяє спростити, а значить, і здешевити монтажні роботи. Для роботи в таких системах вже можуть пропонуватися сповіщувачі не тільки з точною трьохпозиційної установкою рівня чутливості, але і з автоматичною компенсацією запиленості димової камери, які виробник називає "інтелектуальними").

Адресно-аналогова система. У ній сповіщувач не тільки періодично опитується ПКП, але і у відповідь повідомляє значення контролюваного ним параметри: температуру, концентрацію диму, оптичну щільність середовища і т. п. Тобто ПКП є тут центром збору телеметричної інформації. За характером зміни контрольованих параметрів, про які повідомляється різними сповіщувачами, встановленими в одному приміщенні, саме ПКП, а не сповіщувач (як у випадку адресних і безадресних систем) формує сигнал про пожежу, що підвищує достовірність визначення загоряння (рисунок 1.7).

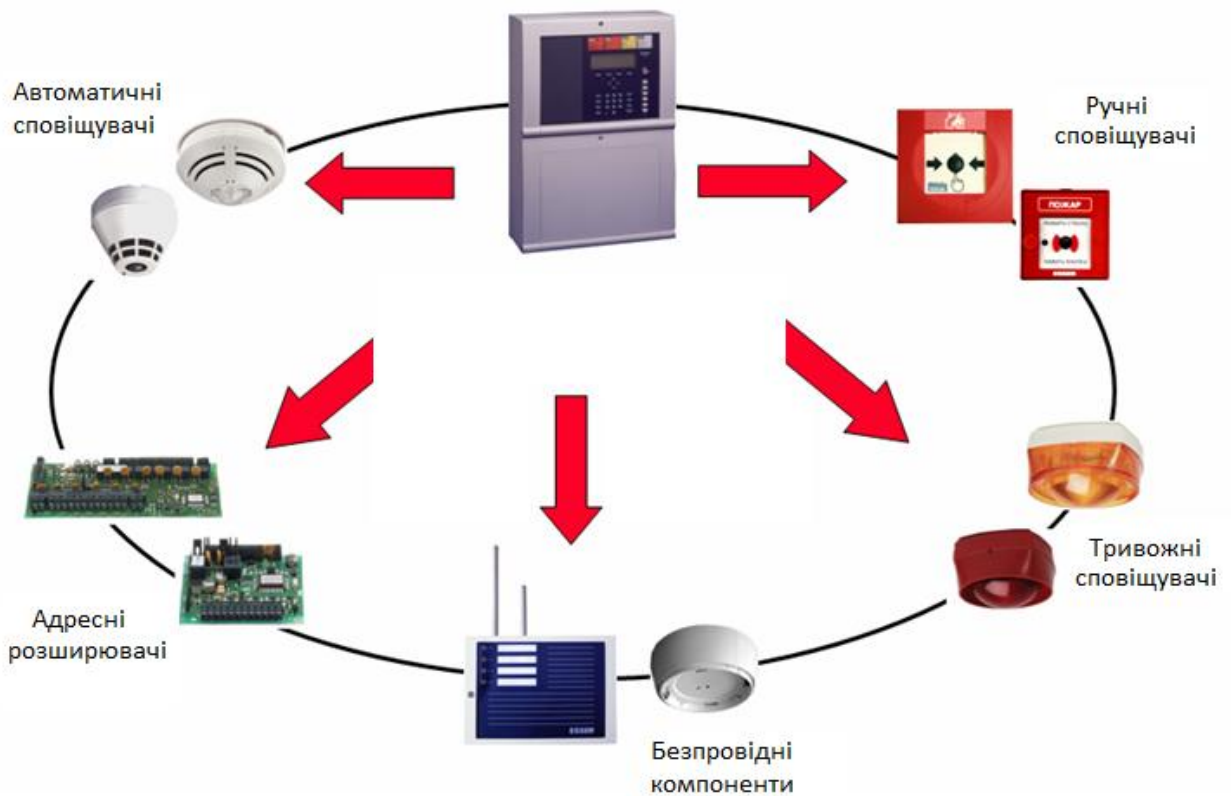


Рисунок 1.7 – Адресно – кільцева система

Є у адресно-аналогової системи і ще кілька переваг порівняно з опитувальною адресною:

- кількість шлейфів може бути скорочено до одного - кільцевого (його іноді називають петлею), до якого підключають до 99 автоматичних сповіщувачів + 99 ручних сповіщувачів, адресних сповіщувачів та модулів для управління вентиляцією, димовидаленням і т.д.;

- вихід з ладу датчика або обрив дроту не порушить роботу системи - вона буде продовжувати опитувати датчики як по одну сторону від обриву, так і по іншу, повідомивши тим, хто її експлуатує, який саме датчик вийшов з ладу або між якими датчиками трапився обрив;

- пороги спрацювання датчиків можна задавати для кожного приміщення і навіть змінювати в залежності від часу доби, дня тижня і т. п. Наприклад, в денний час для виключення помилкових спрацьовувань від сигаретного диму чутливість певних димових сповіщувачів може бути автоматично знижена, а в нічні години знову встановлена на максимум.

Приймально-контрольні панелі (ПКП). ПКП управляють лініями виявлення (шлейфами) з встановленими в них датчиками, забезпечуючи індикацію виявлених несправностей і пожежі і командують лініями звукових і світлових оповіщувачів (якщо такі в системі). Живляться ПКП від мережі змінного струму напругою 220 В, але використовує внутрішню напругу 12 або 24 В.

Щоб було зрозуміло, як функціонує система, розглянемо, що відбувається при спрацьовуванні, димового сповіщувача. У звичайному стані він споживає струм не більше 100 мкА. Але, виявивши дим, переходить в тривожний стан - включає світлодіоди, збільшивши тим самим споживання струму до 30 мА (ця величина залежить від конструкції приймально-контрольного приладу). ПКП, виявивши підвищене споживання струму, включає світлодіодні індикатори пожежі та активізує звукову сигналізацію. Пожежний сповіщувач залишається зафіксованим в тривожному стані, що гарантує виявлення зони задимлення в разі, короткочасного впливу диму на датчик. Тривожний сигнал може бути скинутий тільки з ПКП шляхом зняття харчування з лінії шлейфа.

Для кожної з систем (безадресні, адресні, адресно-аналогові) застосовуються свої ПКП, що відрізняються набором виконуваних функцій. Якщо в неадресних системах прилади просто відзначають лінію, на якій

відбулося спрацьовування, то в адресних схемах забезпечують автоматичну перевірку справності ліній і датчиків, а в адресно-аналогових системах навіть виявляють місце несправності лінії ВКП для кожної з перерахованих систем умовно можна розділити на пристрої малої, середньої і великої інформаційної місткості, що залежить від кількості підключених шлейфів, датчиків і виконуваних функцій. Краще всього вибирати, як тепер прийнято говорити, "інтуїтивно зрозумілий" ПКП. Тобто, щоб все, що висвічується на його панелі, ви розуміли навіть у напівсонному стані. І щоб могли швидко і легко зробити будь-які необхідні дії з приладом, тому що читати інструкцію з його управління під час пожежі буде ніколи.

По-друге, завжди краще віддати перевагу ПКП, так би мовити, з невеликим запасом по місткості шлейфів сигналізації. Наприклад, з можливістю підключення ще одного шлейфу без зміни раніше прокладених ліній.

По-третє, прилад в разі пожежі повинен автоматично виконати ряд необхідних дій, наприклад, відключити приточно-витяжну вентиляцію, щоб не допустити поширення вогню по цій системі, знеструмити основні електроспоживачі і т.п.

Оповіщувачі. Під цим терміном маються на увазі всі виконавчі пристрої та прилади, які почнуть працювати по команді ПКП після виявлення пожежі. У найпростішому випадку це звукові, світлові або світлозвукові оповіщувачі, які доведуть сигнал про те, що виникла пожежа до загального відома.

І останнє, про що необхідно сказати на завершення аналізу. У сфері електронної охорони індивідуального будинку пожежна сигналізація зазвичай є складовою частиною єдиної охоронно-пожежної системи сигналізації.

## 1.2 Види систем пожежної сигналізації

На даний момент існують три основних види (типи) пожежної сигналізації, які працюють в автоматичному режимі

Пороговий тип сигналізації. У даних системах кожен сповіщувач володіє конкретним порогом спрацьовування. Так, тепловий сповіщувач, за умови досягнення заданого раніше бар'єру температурного режиму, подає сигнал, а контрольна панель пожежної сигналізації отримує даний сигнал. Також пороговий вид сигналізації має спеціальну радіальну топологією побудови шлейфів сигналів.

Даний принцип заснований на функціонуючих променях (кабелях пожежних шлейфів), кожен промінь забезпечують від 20 до 30 приладів - сенсорів, що спрацьовують при виникненні нестандартних ситуацій. Контрольна панель показує номер конкретного променя, від якого спрацював пожежний сповіщувач. Найбільш значимою перевагою використання порогового виду сигналізації є відносно невелика вартість. До недоліків використання даного типу обладнання відноситься пізніше реагування на джерело загоряння, низька інформативність сигналів.

Адресний тип пожежної сигналізації. Зв'язок контрольної панелі і сповіщувачів відбувається за допомогою алгоритму, який дає можливість контролювати роботу сенсорів, оскільки в адресному типі сигналізації панель посилає спеціальні запити на оповіщувачі. Такі запити дозволяють періодично контролювати стан оповіщувачів. Існують 4 типи сигналів, які виходять від сенсора це:

- нормальний стан;
- пожежа;
- відсутність зв'язку;
- несправність.

Переваги такої системи - відмінне співвідношення якість / ціна, постійний контроль оповіщувачів, а також висока інформативність. До недоліку використання даного типу сигналізації відноситься досить пізніє виявлення небезпечного вогнища.

Адресно-аналоговий тип сигналізації. Дана система є найбільш сучасною і поширеною, так як при її використанні саме контрольна панель приймає рішення про стан підключеного об'єкта. При цьому контрольний пульт з програмним забезпеченням безперервно опитує всі підключені сенсори на предмет визначення стану системи. Всі дані підлягають аналізу системою пожежної сигналізації, яка дозволяє оперативно виявляти осередки загоряння, причому ефективність виявлення від 15 до 20 разів вище, ніж у інших типів сигналізації. Деяка дорожнеча даного обладнання є єдиним недоліком такого типу сигналізації.

Система оповіщення про пожежу. Швидке оповіщення про пожежу безпосередньо пов'язане зі збереженням життя і здоров'я людей, що також дозволяє вжити заходів до ефективної евакуації цінного обладнання та документів. При отриманні системою сигналу про небезпеку, спрацьовує високоточне обладнання оповіщення звуком. В залежності від того, яка ситуація склалася, а також від структури об'єкта, передається конкретна інформація і даються чіткі вказівки про те, які дії робити для евакуації персоналу та збереження документації. Також існує можливість управління вручну для того, щоб оперативно передати екстрені повідомлення.

Якщо спрацьовує тривожний сигнал, то система дозволяє віддавати пріоритет повідомленнями диспетчера, що дає можливість фахівцеві оперативно зреагувати та прийняти вірне рішення, яке дозволить уникнути згубних наслідків.

Останнім часом набувають популярності безпроводні системи пожежної сигналізації, структурна схема якої приведене на рисунку 1.8.



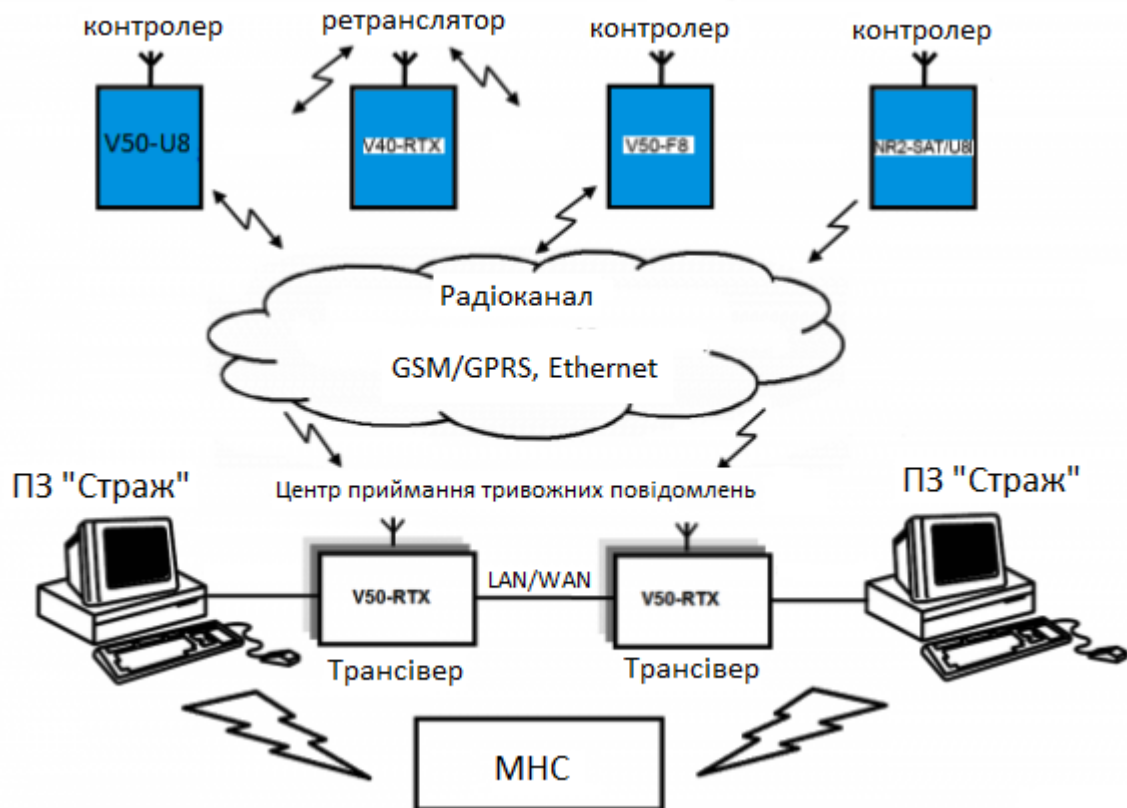


Рисунок 1.8 – Компоненти безпроводного вузла

Основною перевагою безпроводних систем є можливість їх встановлення після проведення ремонтних робіт.

### 1.3 Технологія сенсорних мереж та сфери їх використання

Останнім часом зростає роль інноваційних технологій для вирішення задач моніторингу та контролю стану критично важливих об'єктів. Одним з останніх досягнень в цій галузі є бездротові сенсорні мережі (БСМ). Розглянемо основні аспекти роботи бездротових сенсорних мереж і архітектури мережі для оцінки стану критично важливого об'єкта.

Бездротова сенсорна мережа складається з мініатюрних обчислювальних пристроїв – безпроводних вузлів (мотів), розміри яких зазвичай не перевищують одного кубічного дюйма. У вузлі розміщуються процесор,

пам'ять - флеш і оперативна, цифроаналогові і аналого-цифрові перетворювачі, радіочастотний прийомопередавач, невелике джерело живлення і сенсори (рис.1.9). Сенсори можуть бути найрізноманітнішими: від найбільш поширених, що вимірюють температуру, тиск, рівень освітленості, до спеціалізованих, що дозволяють вимірювати, наприклад, рівень радіаційного фону і зміст CO<sub>2</sub> [1].

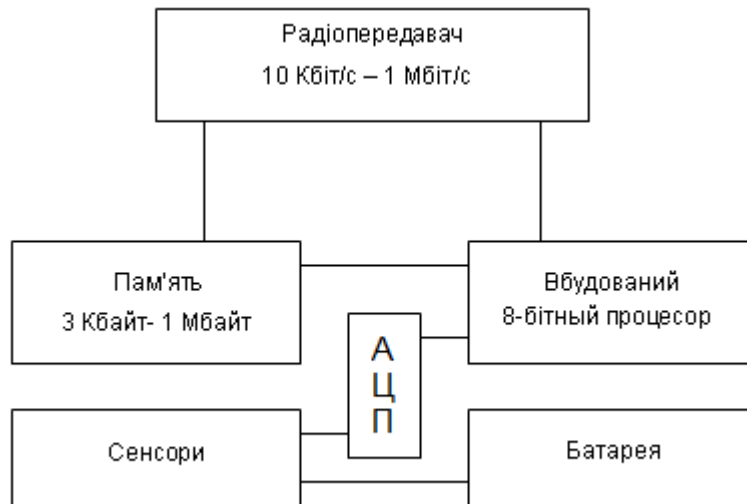


Рисунок 1.9 – Компоненти безпроводного вузла

Моти застосовуються для збирання та первинної обробки показників сенсорів. Одним з переваг технології БСМ є самоорганізація і здатність до самовідновлення, що особливо важливо при моніторингу стратегічних об'єктів. Передача даних по мережі відбувається поетапно від одного пристрою іншому. Маршрути передачі формуються автоматично таким чином, щоб за кінцеве число пересилань по мережі дані з кожного мата були передані на шлюз, що має з'єднання з корпоративною мережею. У разі виходу з ладу одного або декількох вузлів, структура мережі змінюється таким чином, щоб інформація з усіх працюючих матів могла бути отримана шлюзом.

Можливість розгортання мережі в складних умовах, відсутність фізичних комунікацій і мінімальні розміри сенсорних пристроїв роблять технологію БСМ надзвичайно гнучкою. Однак існує ряд специфічних вимог до

функціональності БСМ, які необхідно враховувати. Одним з основних вимог є реалізація механізмів зміни структури мережі, орієнтованих на зовнішні умови, наприклад, на якість зв'язку між вузлами, що, в свою чергу, породжує задачу оцінки якості зв'язку або, в більш загальному сенсі, «вартості з'єднання».

Найбільш енергозатратною операцією для мотів є передача даних. Тому енергозберігаючі форми передачі є ключовим фактором для продовження терміну служби матів, так як він практично цілком залежить від терміну служби батарей. В мережах з багатоланковим пересиланням повідомлень вузли виконують функції як відправника, так і маршрутизатора. Тому вихід з ладу деяких вузлів через відсутність живлення може викликати значні зміни в топології з подальшим перенаправленням пакетів і реорганізацією всієї мережі, що, в свою чергу, викличе ще більші енерговитрати. Таким чином, ефективне управління енергетичними ресурсами матів є важливим аспектом функціонування бездротових сенсорних мереж. Однак занадто сувора економія енергії має і негативні сторони, знижуючи якість і швидкість передачі даних, що є неприпустимо в деяких додатках.

Використання технології БСМ в системах пожежної сигналізації дозволить розширити функціональні характеристики та значно підвищити ефективність їх функціонування.

#### 1.4 Формування вимог та постановка задачі

Метою дипломного проекту є розробка системи пожежної сигналізації з використанням в якості фізичного середовища передачі сигналів радіоканал та технології сенсорних мереж.

У традиційних системах пожежної сигналізації сенсори групують в так звані "зони контролю", при цьому всі сенсори в кожній конкретній зоні

включені в один шлейф сигналізації. Хоча інтелектуальні системи можуть точно визначити адресу сенсора, який сформував сигнал тривоги, в них також проводиться групування сенсорів в зони. Це робиться для того, щоб полегшити програмування системи і визначення місця виникнення пожежі. На приймально-контрольному приладі системи розміщені світлові індикатори ПОЖЕЖА для кожної зони контролю. Відповідно, таблиця "причин і виконуваних дій", що зберігається в пам'яті приладу, також повинна програмуватися з вказівкою зони, в якій формується тривожне сповіщення, а не відповідно до індивідуальної адреси пристрою, що спрацював. Це спрощує роботу оператора і зменшує час реагування при виникненні тривожної ситуації.

У нормативному документі [3] приведений ряд рекомендацій щодо розподілу зон контролю. Зокрема, для традиційних систем виявлення і сигналізації про пожежу встановлено, що сумарна площа приміщень, що складають одну зону, не повинна перевищувати 1600 м<sup>2</sup> і що відстань до найбільш віддаленого приміщення, що охороняється, при обході повинна вибиратися з урахуванням сумарного часу, необхідного для аналізу пожежної ситуації черговим персоналом і передачі повідомлення в пожежну частину, не більше 10 хв.

Для досягнення мети в дипломному проекті необхідно вирішити наступні задачі:

- обґрунтувати вибір технології побудови системи;
- провести аналіз сенсорів диму та типів систем пожежної сигналізації;
- сформулювати рекомендації по розміщенню пожежних сенсорів на об'єкті;
- розробити структурну схему системи пожежної сигналізації;
- розробити функціональну схему радіофікованого сенсора диму;
- розробити функціональну схему приймального і контрольного модуля.

## 2 АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПОЖЕЖНОЇ- СИГНАЛІЗАЦІЯ НА ОСНОВІ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ

### 2.1 Технологія побудови сенсорних мереж та їх переваги

Принциповою особливістю сенсорних мереж є принцип самоорганізації і передачі даних, повідомлень по ланцюгу.

Пристрої володіють здібністю до ретрансляції повідомлень по ланцюжку від одного до іншого, це дозволяє збирати інформацію з значних об'єктів, що перевершують за своїми розмірами радіус зв'язку одного елемента. Більш того це дозволяє використовувати мережу на таких об'єктах, як будівлі, підземні і металеві приміщення.

У таких умовах, коли поширення радіохвиль можливе тільки в прямій видимості, ретрансляція єдиний спосіб передати повідомлення по радіо на значні відстані.

Іншими важливими властивостями сенсорних мереж є самовідновлення, і самоорганізація. Після установки елементів вони самостійно прокладають маршрути обміну інформації і здатні коректувати їх при змінах в мережі.

Елементи сенсорної мережі є автономними, тобто містять всередині все необхідне для роботи. Пристрої не вимагають зовнішнього живлення, дротів для комунікації, сервісного обслуговування. Пристрої розробляються так, щоб споживати мінімальну потужність, що дозволяє функціонувати по декілька років від внутрішніх елементів живлення.

Пристрої містять сенсори для контролю зовнішнього середовища, мікрокомп'ютер і радіо приймач-передавач. Це дозволяє пристрою проводити вимірювання, самостійно проводити початкову обробку даних, і підтримувати зв'язок в зовнішньому інформаційною системою (рисунок 2.1) .

Пристрої використовують малопотужний радіопередавач, що дозволяє, як збільшити термін служби від батарей, так і відповідати обмеженню на

потужність 10мВт, нижче за яке дозволяється експлуатувати пристрої без отримання дозволу в радіонагляді.

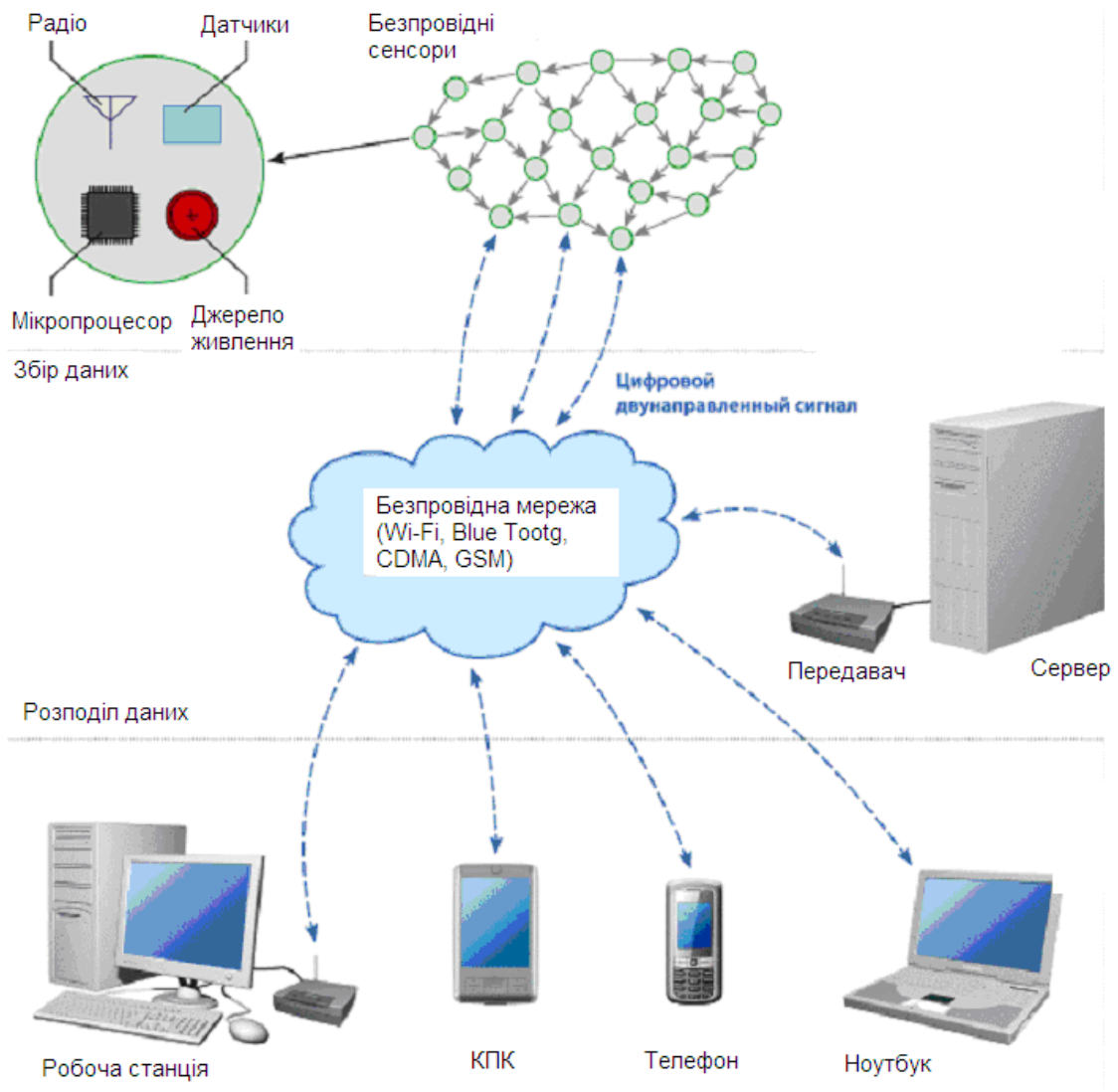


Рисунок 2.1 – Структура пожежної системи на основі сенсорних мереж

Переваги даної технології забезпечуються за рахунок наступних властивих їй особливостей:

- можливість установки на вже існуючий об'єкт, що експлуатується, без проведення додаткових робіт;
- низька вартість окремого елемента контролю.

## 2.2 Розміщення пожежних сенсорів на об'єкті

При виборі схеми розміщення пожежних сенсорів необхідно враховувати вимоги відповідних нормативних документів, що діють в даній галузі.

Розміщення пожежних сенсорів на плоских стелях.

У кожному окремому приміщенні, контрольованому традиційною системою, необхідно встановлювати не менше двох автоматичних пожежних сенсорів. Допускається установка одного адресного або адресно-аналогового сенсора System Sensor у складі інтелектуальної системи пожежної сигналізації, якщо площа приміщення відповідає площі, що захищається цим пожежним сенсором. При цьому відповідно до [3], повинен забезпечуватися автоматичний контроль працездатності сенсорів з видачею сигналу про несправність на ПКП. Окрім цього, при спрацьовуванні такого сенсора система не повинна формувати сигнал на запуск автоматичних установок пожежогасінні або димовидалення, або систем сповіщення про пожежу 5-го типа по НПБ 104- 95.

Основний принцип вибору схеми розміщення теплових або димових пожежних сенсорів – досягнення надійного виявлення загорянь за всією контрольованою площею об'єкта. На рисунку 2.2, рисунку 2.3 показані два можливі варіанти розміщення теплових і димових сенсорів у великих приміщеннях.

В тому випадку, якщо в технічній документації на сенсор вказаний радіус зони виявлення і відстань  $L$  не перевищує встановлених норм (див. таблицю 2.1), застосування схеми рисунок 2.2, дає найбільший ефект при захисті великих приміщень і забезпечує збільшення контрольованого простору до 30% в порівнянні з схемою рисунок 2.3. На практиці розміщення сенсорів в значній мірі визначається конфігурацією приміщення.

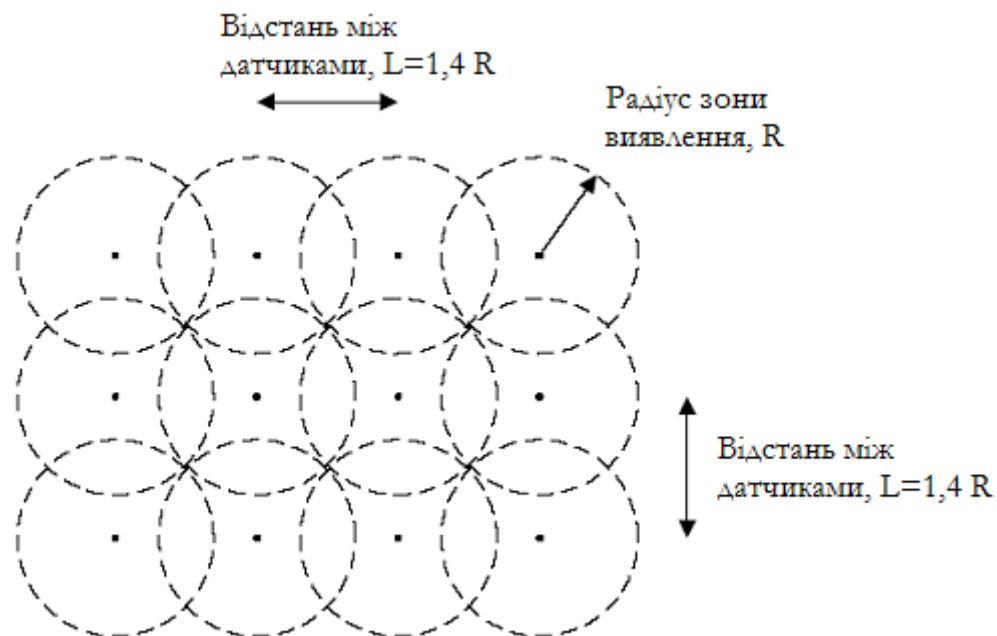


Рисунок 2.2 – Схема розміщення димових або теплових сенсорів в приміщенні по "квадратних ґратах"

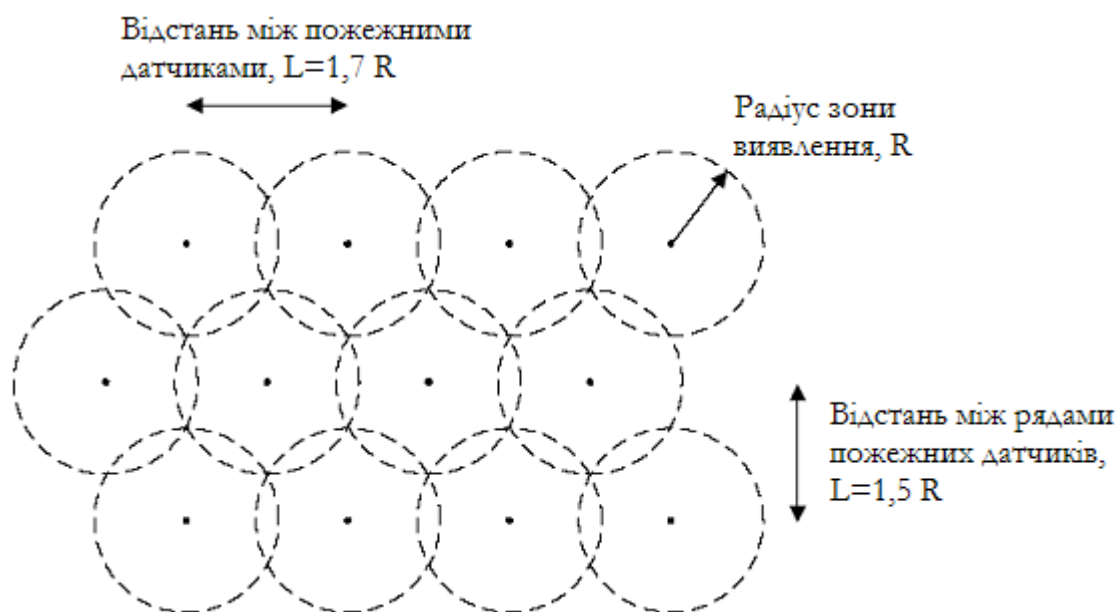


Рисунок 2.3 – Схема розміщення димових або теплових сенсорів по "трикутних ґратах"



Оскільки із збільшенням відстані над осередком пожежі температура і концентрація частинок диму зменшуються, ефективність виявлення пожежі тепловими або димовими точковими сенсорами із зростанням висоти приміщення знижується. У таблиці 2.1, 2.2 приведені максимально допустимі значення висоти стелі, а також параметри установки різних видів пожежних сенсорів. У європейських рекомендаціях на пожежні сенсори System Sensor вказаний радіус зони контролю димового сенсора 7,5 м, теплового 5,3 м. Таким чином, вимоги до параметрів установки виконуються із запасом.

Точкові пожежні сенсори повинні бути встановлені на стелі (під перекриттям) так, щоб частинки диму або тепловий потік змогли вільно проникати в сенсор і викликати його спрацьовування. При цьому відстань від стіни до сенсора, включаючи його габарити, повинне бути не менше 0,1 м. Якщо точкові пожежні сенсори встановлюються на стінах, на спеціальній арматурі або прикріплюються до тросів, відстань від них до 52 стін повинна бути не менше 0,1 м, а до перекриттів - знаходитися в межах 0,1-0,3 м, включаючи габарити сенсора.

Перешкоди. Якщо поширення диму або гарячих газів уздовж стелі утруднене якою-небудь перешкодою, наприклад, балкою з розмірами виступаючої поверхні від 0,08 до 0,4 м, то контрольовану кожним пожежним сенсором площу, вказану в таблиці 2.2, слід зменшити на 25%.

За наявності перешкод, виступаючих від стелі більше 0,4 м, і ширині утворюваних ними відсіків менше 0,75 м контрольована кожним пожежним сенсором площа, вказана в таблиці 2.2, повинна бути зменшена на 40%. Якщо для перешкод таких розмірів ширина утворюваних ними відсіків рівна або більше 0,75 м, точковий димовий або тепловий сенсор необхідно встановлювати в кожен відсік стелі.

Таблиця 2.1 – Максимальна висота розміщення сенсорів

Тип сенсора	Максимальна висота стелі, рекомендована виробником, м
Точковий димовий сенсор, який відповідає вимогам частини 7 стандарту BS5445, наприклад моделей 1121E R2221EM	10,5
Тепловий сенсор, що відповідає вимогам частини 5 (група 1) стандарту BS5445, наприклад моделі 5251REM	9
Тепловий сенсор, який відповідає вимогам частини 5 (група 2) стандарту BS5445, наприклад моделі 5251EM	7,5
Високотемпературний тепловий сенсор, який відповідає вимогам частини 8 стандарту BS5445, наприклад моделі 5251НТЕМ	6
Лінійний димовий оптико-електронний сенсор наприклад серії 6500	25

Таблиця 2.2 – Параметри встановлення теплових і димових сенсорів

Вид сенсора	Висота установки, м	Середня площа, які контролює один сенсор, м <sup>2</sup>	Максимальна відстань, м	
			між сенсорами	від сенсора до стіни
Тепловий	до 3,5	до 25	5,0	2,5
	3,5 до 6,0	до 30	4,5	2,0
	6,0 до 9,0	до 15	4,0	2,0
Димовий	до 3,5	до 85	9,0	4,5
	3,5 до 6,0	до 70	8,5	4,0
	6,0 до 10,0	до 65	8,0	4,0
	10 до 12,0	до 55	7,5	3,5

Якщо в контрольованому приміщенні знаходяться коробки або технологічні майданчики шириною 0,75 м і більш, відокремлені від решти частини приміщення таким чином, що суцільна конструкція виступає на відстані більше 0,4 м від стелі і не менше 1,3 м від площини підлоги, під ними треба додатково встановлювати пожежні сенсори.

При складному розміщенні обладнання, наявності стелажів, штабелів матеріалів і т.п., у випадку, якщо вони утворюють відсіки, верхні краї яких виступають від стелі на 0,6 м і менше, в кожному з відсіків слід встановлювати димові або теплові сенсори

Похилі стелі. У тих випадках, коли стеля кімнати (або горища) загострена або має нахил, дим прагнучиме підійнятися до верхнього зводу стелі (або даху), тому верхній ряд сенсора слід розмістити на лінії зводу. Нахил стелі зменшує час, за який дим або тепло поширюється до зводу, і тут контрольований параметр раніше досягає порогу спрацьовування сенсорів. Тому цілком допустимо збільшувати відстань між сенсорами, які розміщені на лінії верхнього зводу стелі. Відповідно до рекомендацій виробника [2] інтервали для димових сенсорів в цьому місці можуть бути збільшені на 1% для кожного градуса нахилу стелі аж до максимального збільшення на 25%. Звертаємо увагу на те, що таке збільшення інтервалів допустиме тільки у ряді сенсорів, розміщених на лінії верхнього зводу стелі.

Коридори і фальшстеля. Стіни і невелика висота перекриттів збільшують концентрацію, а також швидкість поширення диму, в порівнянні з просторим приміщенням. Тому в коридорах шириною менше 3 м, а також під фальшпідлогою і над фальшстелею заввишки менше 1,7 м інтервали між встановлюваними точковими сенсорами можуть бути збільшені порівнянню з вказаними в таблиці 2.5 на 50%.

Драбини. На внутрішніх драбинах сенсори повинні встановлюватися у вершини сходів і на кожному основному сходовому майданчику.

Пустоти і ніші. Сенсори звичайно не потрібно встановлювати в порожнечі або ніші завглибшки менше 0,8 м, якщо тільки не вважається вірогідним, що пожежа може розповсюдитися в них до свого виявлення. Якщо ухвалено рішення про розміщення сенсорів в таких нішах, то це слід робити у верхній частині ніші, складовою не більше 10% пустотного простору. Хоча розміщення сенсорів в просторах пустот може виявитися скрутним, проте скрізь, де це можливо, сенсори повинні бути встановлені відповідно до вимог технічної документації.

Слід мати на увазі, що установка димових оптичних сенсорів верхньою стороною вниз або боком може привести до їх помилкових спрацьовувань, накопиченням пилу, що спричиняється, в оптичній камері.

### 2.3 Топологія сенсорної мережі

Мережі сенсорів і бездротові технології можуть характеризуватися різним чином. Одним з таких способів є визначення схеми вузлів сенсорів. На рисунку 2.6 а показано три можливі види архітектури мережі сенсорів.

Перша схема відображає набір сенсорів, що передають повідомлення в центральний приймач. Така схема звичайно називається мережею типу «зірка». На рисунку 2.4 б представлена шинна топологія, в якій сенсори посилають сигнали в точку збору даних по загальній лінії. Ця топологія зручна для дротяного зв'язку, але вона не годиться для бездротової передачі даних.

Третьою мережною архітектурою (рисунку 2.4 в) є стільникова схема, яка використовується в даному проекті. Згідно сценарію обміну даних в такій мережі, одні сенсори можуть зв'язуватися зі всіма іншими і ретранслювати від них повідомлення. Центральна точка прийому даних є просто одним з вузлів мережі, задачею якого є збір даних, що проходять по мережі. Перевагою такої архітектури є те, що сенсор в якому-небудь вузлі може обходити центральну

станцію і передавати дані тільки в ті вузли, в яких використовуються ці дані, завдяки чому зменшується передача непотрібної інформації. Проте вартість і складність реалізації такої мережі в дротяному виконанні стають дуже великими через необхідність забезпечувати дротяним зв'язком кожний сенсор зі всіма іншими сенсорами. З цієї причини така топологія може мати практичне використання тільки при застосуванні технології бездротового зв'язку.

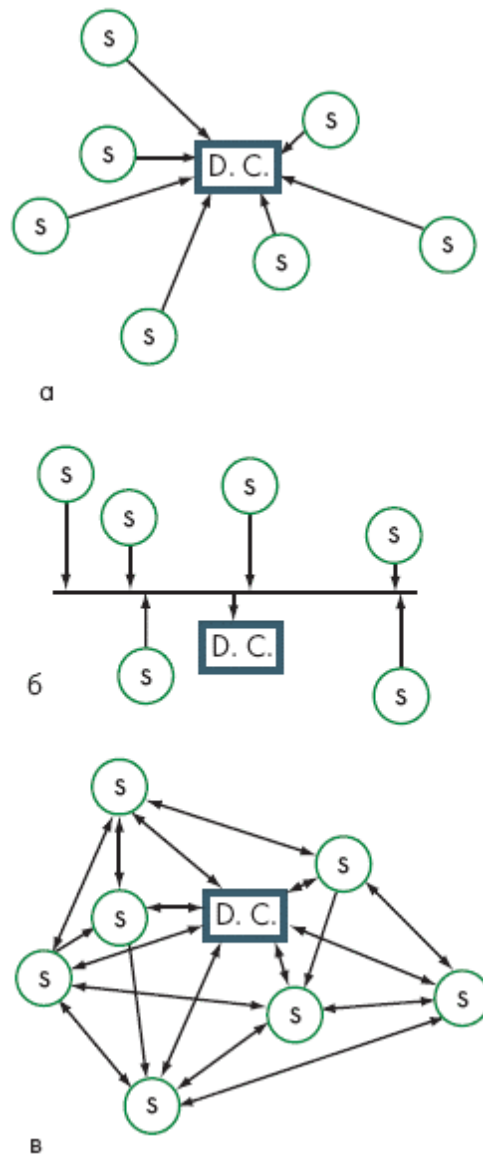


Рисунок 2.4 – Топології мережі сенсорів: а – топологія типу «зірка»; б – шинна топологія; в – стільникова топологія; S – місцерозташування сенсорів; D. C. – точка збору даних

Для цього додатку ця топологія була вибрана з наступних причин: нескладність установки, можливість розширення і здібність до самостійного визначення і усунення неполадок.

Декларується, що стільникова топологія дозволяє здійснювати установку без спеціального обстеження електромагнітних параметрів в житловому приміщенні. Згідно розрахунку, сенсори можуть поміщатися в потрібні місця, і мережа сама настроюється на автоматичну маршрутизацію сигналу до місця призначення, незалежно від радіочастотних перешкод або перешкод.

Опис апаратного забезпечення. Для реалізації цієї стільникової мережі був використаний комплект, що включає декілька плат і програмне забезпечення.

На платі реалізується вузол, що містить приймач-передавач і мікропроцесори, що управляють передачею і прийомом сигналів. Приймач-передавач використовує метод розширення спектру сигналів в діапазоні частот від 902 до 927 МГц; для даного додатку була задана потужність радіосигналу, рівна 4 мВт.

Велика плата призначена для розробки додатку. Вона приймає аналогові або цифрові сигнали з сенсора і виконує дії відповідно до цих сигналів. В цьому додатку використовувалося живлення від мережі, оскільки в тих місцях, де встановлювалася платня з сенсорами, була електрична мережа. В цьому відношенні плата є тільки частково бездротовою. Тільки обмін даними здійснюється в бездротовому режимі (рисунок 2.5).

Плата додатку містить мікропроцесор з аналогово-цифровим перетворювачем, мультиплексор, вісім аналогових входів, джерело живлення напругою 5 В і два переривачі, що використовуються для контролю лічильників.

Контури зірочок указують на положення плати сенсорів, а зірочка із заливкою указує місце вузла прийому даних (рисунок 2.5 не в масштабі).

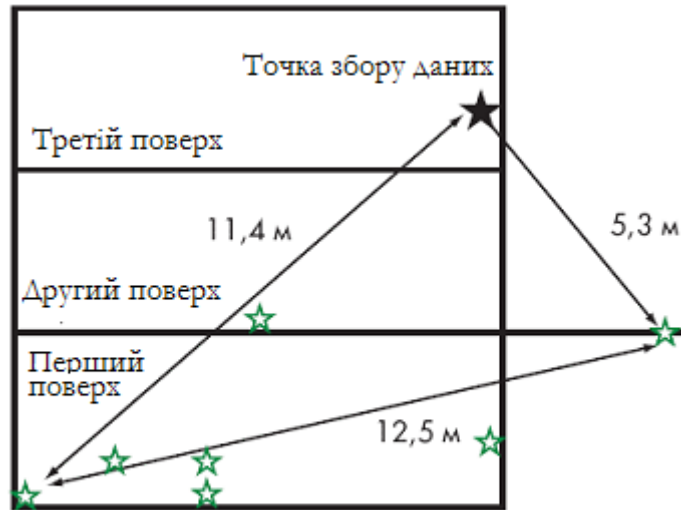


Рисунок 2.5 – Приблизне місцеположення плати сенсорів всередині і зовні міського будинку з вказівкою відстаней між самими віддаленими вузлами

Сенсори приєднані до виводів на платі. Для додатків, в яких повинні використовуватися пристрої невеликого розміру, можуть бути розроблені невеликі плати, підключені до бездротового вузла. Зрозуміло, що, оскільки пристрої підключаються до електромережі, обмін даних може здійснюватися і по електропроводці, але тут основна увага була направлена саме на передачу даних в бездротовому режимі.

Аналогічна плата додатку використовувалася для збору даних зі всіх сенсорів і подальшої передачі цих даних в комп'ютер для збереження. Плата підключається до комп'ютера через послідовний порт і програмується як приймач даних, так що всі бездротові повідомлення, що поступають в її антену, зразу ж через послідовний порт прямують в комп'ютер.

## 3 РОЗРОБКА АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ

### 3.1 Автоматизована система пожежної сигналізації на основі сенсорної мережі

Технологія сенсорних мереж позбавлена проблем з топологією мережі і володіє високою автономністю по живленню і гнучкістю інсталяції, дозволяючи «обходити» залізобетонні перешкоди і дублювати радіоканали в проблемних зонах. При цьому реалізований протокол сенсорної мережі забезпечує топологію «дерево», володіє самоорганізацією і істотною стійкістю роботи спільно з іншими радіопротоколами на частоті 2,4 ГГц [8].

Володіючи в кожному вузлі окремим мікроконтролером, сенсорна мережа здатна ефективно вирішувати класичні мережні задачі по самоорганізації, ретрансляції і маршрутизації сигналів. При порівнянні з платою класичного провідного пожежного сенсора, такий мікроконтролер здатний замінити роботу більш ніж 75 % вузлів на платі, що позитивно позначиться на електроспоживанні автономного пожежного сенсора на базі вузла сенсорної мережі.

Розробники сьогодні технологічно близькі до розробки готової системи пожежної сигналізації, яка складається з:

- інтелектуальних бездротових вузлів;
- базового вузла (USB- або Ethernet- шлюз в комп'ютер);
- диспетчерського ПО.

Основним вузлом системи пожежної сигналізації є сповіщувач пожежної тривоги, що забезпечує аналіз наявності диму або перевищення температури. Як правило, пожежа починається із задимлення, і тому поширеніші димові сенсори. Кожен такий сенсор повинен забезпечувати можливість моніторингу працездатності (відгуку на команду опиту стану і наявність індикатора на корпусі), посилати тривожний сигнал на диспетчерський пульт і опційно володіти власним динаміком для подачі звукового сповіщення про тривогу.



Наявність контролера в кожному вузлі дозволяє реалізувати сенсорну мережу, що самоорганізовується, і функції ретрансляції для стійкого покриття радіосигналом всіх необхідних зон, що охороняються, незалежно від таких перешкод як залізобетонні і металеві конструкції (рисунок 3.1) [9].

Контролер містить вбудоване програмне забезпечення, що реалізовує алгоритми сенсорних мереж (рисунок 3.1).

Білим кольором відмічений блок, що відповідає за спеціалізацію вузла мережі.

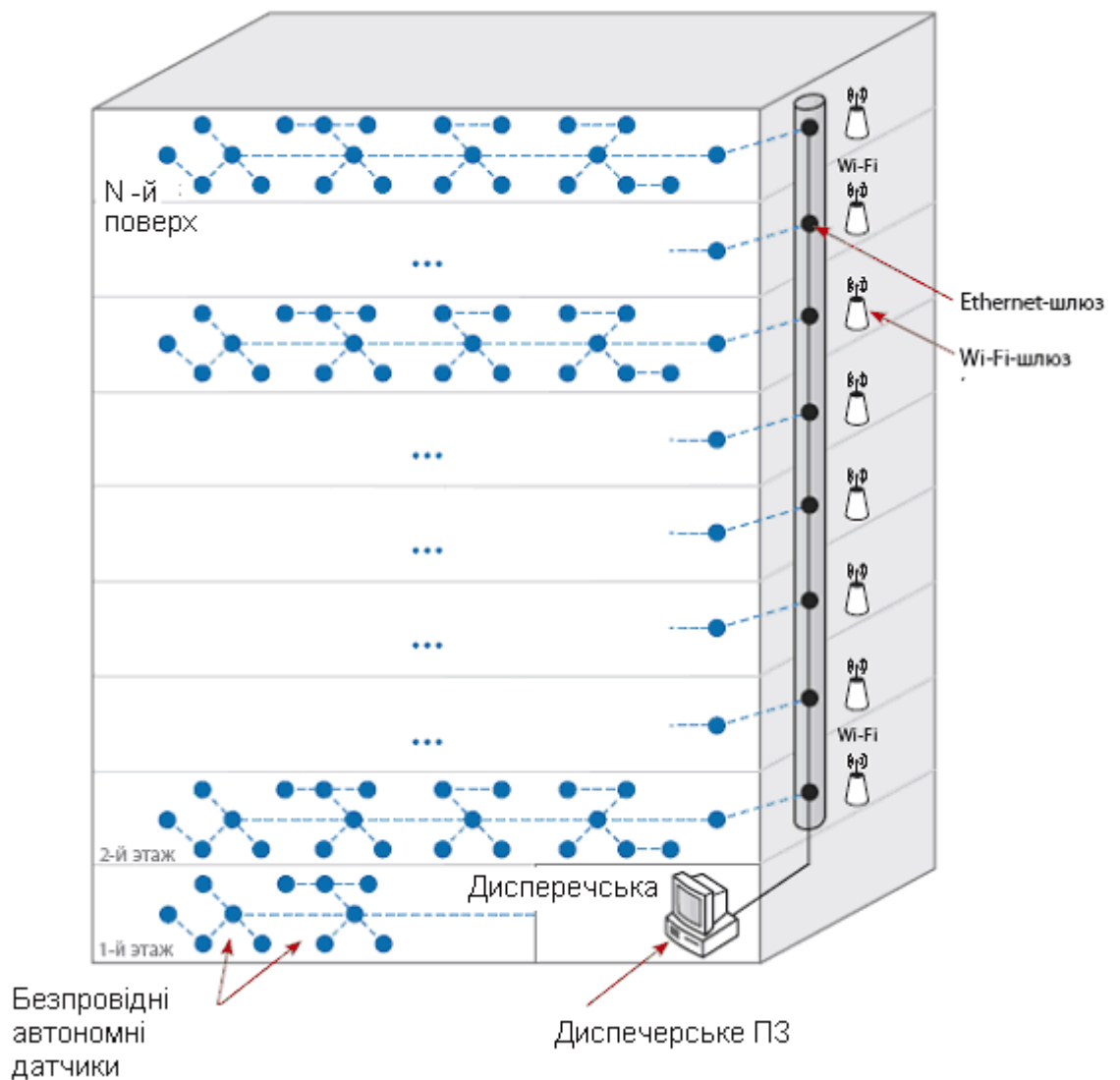


Рисунок 3.1 – Система з великою кількістю сенсорів

Решта блоків — типові для всіх вузлів (рисунок 3.2). Ця розробка і є основою «know-how», що дає конкурентні переваги в порівнянні з існуючими

радіосистемами пожежної сигналізації з топологією «зірка», яким для організації транспортної мережі необхідні додатково різні пристрої – повторювачі, розширювачі, пульти настройки рівня сигналу, що забезпечує високу вартість інсталяції і експлуатації таких систем (рисунок 3.3) [10, 11].

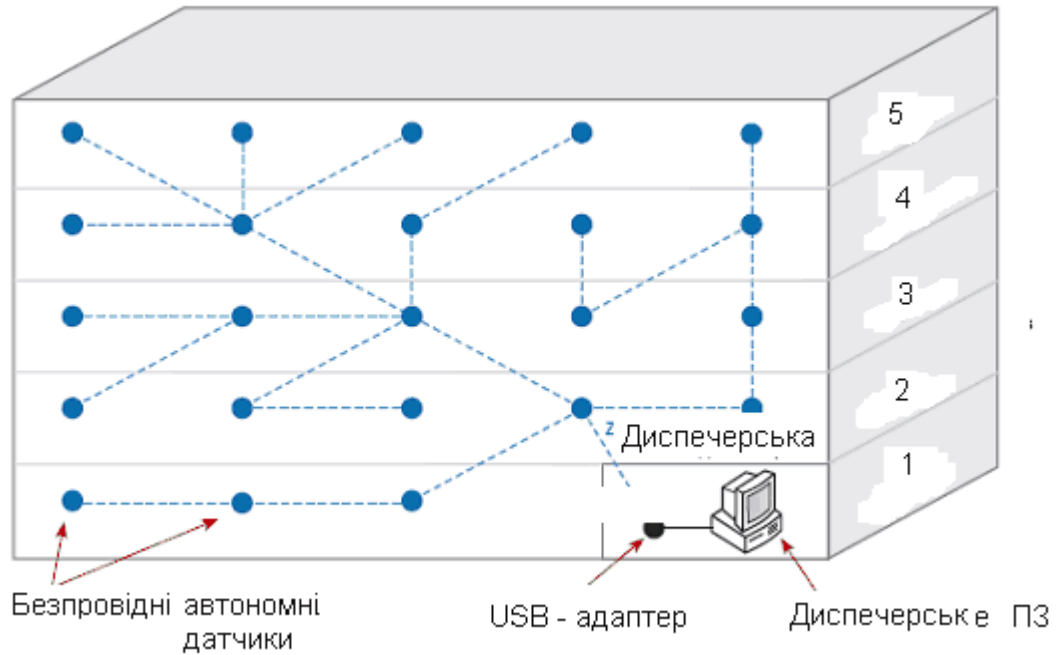


Рисунок 3.2 – Система з середньою кількістю сенсорів

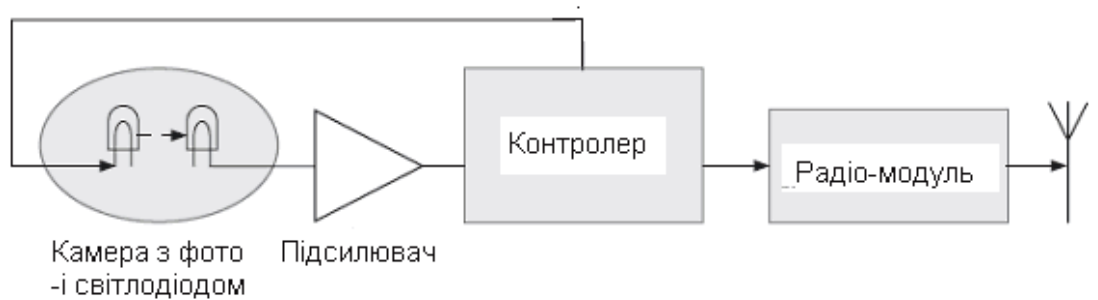


Рисунок 3.3 – Внутрішня будова сенсора

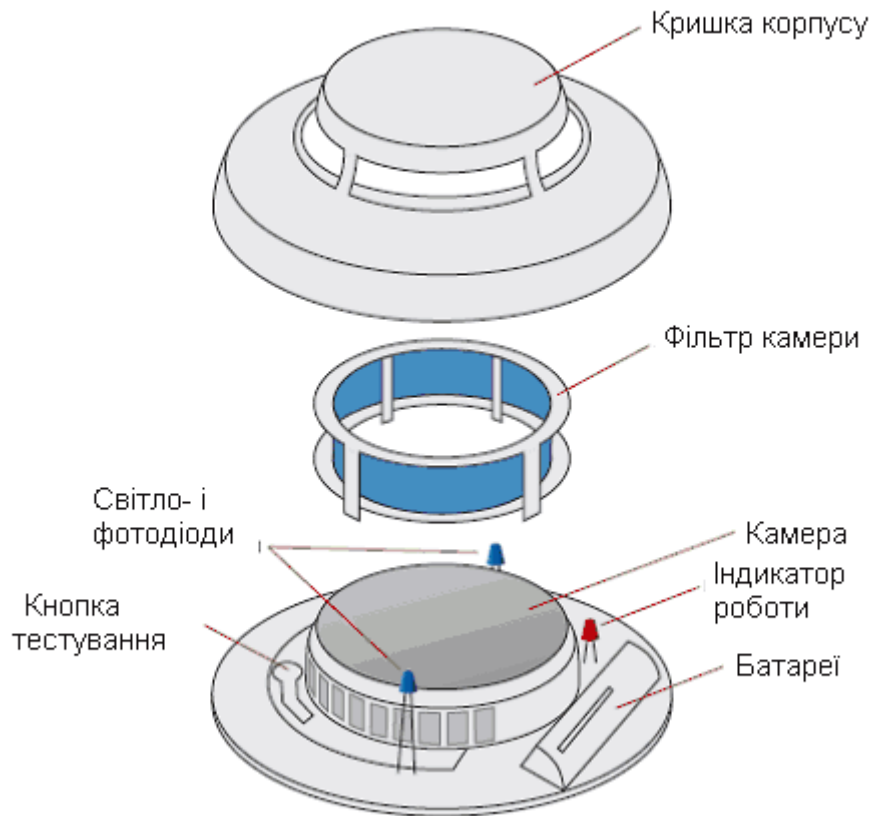


Рисунок 3.4 – Будова пожежного сенсора

Диспетчерське ПЗ.

Система диспетчеризації підтримує команди:

- поставити на охорону;
  - зняти з охорони;
  - опитати стан сенсора;
- і події:
- одержаний тривожний сигнал;
  - сенсор не доступний;
  - сенсор відновлений.

Основні завдання пожежної системи — ведення журналів інцидентів, відправка сигналу тривоги в зовнішні системи, забезпечення графіка чергувань.

Сучасна тенденція в диспетчерських системах — використання сталих на ринку засобів візуалізації і СУБД – Oracle або MS SQL Server.

Слідуючи тенденціям, наше диспетчерське програмне забезпечення засноване на технологіях Microsoft, якнайповніші що покривають необхідність в інструментальних засобах, і складається з наступних блоків:

БД охоронних зон, поверхів, журналів подій, обліку диспетчерських змін;

MS Visio трафарет пристроїв пожежної сигналізації для проектування плану приміщення;

бібліотека обробки подій і команд сенсорної мережі;

АРМ оператора, адміністратора і інженера.

### 3.2 Розробка структурної схеми системи пожежної сигналізації

В додатку показана структура системи пожежної сигналізації, що використовує радіоканал для збору інформації від сенсорів диму. Система побудована з використанням автономних бездротових сенсорів диму з вбудованим модулем, що передає, і локальною звуковою і візуальною індикацією режимів роботи. Передача даних через радіо канал здійснюється в односторонньому режимі від сенсорів диму до приймальних і контрольних модулів.

Такий режим дозволив значно скоротити споживання електроенергії кожним сенсором окремо, в результаті виявилось достатнім застосування тільки однієї батареї як автономне джерело живлення при незначному програші в надійності роботи системи по порівнянню аналогічними системами з двостороннім обміном. Крім одностороннього обміну, для скорочення енергоспоживання були застосовані прийоми, схемотехніки, і спеціальні алгоритми роботи мікроконтролера, що входить до складу сенсора диму.

Кожен сенсор диму в системі має свій індивідуальний номер. Номер може бути привласнений сенсору як на етапі виробництва у момент занесення

програми в пам'ять МК, так і при установці системи, з використанням апаратних засобів приймального модуля. Кожен приймально-контрольний модуль системи має індивідуальний ідентифікатор, який, разом з номером заноситься в пам'ять сенсора. Це необхідно для побудови адресної системи пожежної сигналізації із закріпленням за сенсором або групою сенсорів своєї зони відповідальності. В результаті, утворюються, так звані, стільники, кожен з яких включає певну кількість сенсорів диму і один приймально-контрольний модуль. У свою чергу, приймальні модулі можуть бути об'єднані в єдину систему пожежної охорони будівлі за допомогою будь-якого дротяного інтерфейсу.

### 3.3 Функціональна схема безпроводного сенсора диму

Система здатна обслуговувати до 255 сенсорів диму окремо в межах взятого стільника за наявності великого рівня перешкод і декількох працюють паралельно систем пожежної сигналізації. Можливо розширення системи до 1024 сенсорів диму за відсутності постійних радіоперешкод і інтерференції від інших джерел радіосигналів. Дальність радіопередачі від сенсорів до приймального модуля складає більше 30 метрів усередині приміщень і більше 300 метрів - в зоні прямої видимості на відкритій місцевості. Надійність передачі даних через радіо інтерфейс забезпечується застосуванням перешкодостійкого кодування інформації спільно з поновлюючим алгоритмом і корекцією помилок на стороні приймального модуля. Термін роботи сенсора диму в системі від стандартної батареї типу "Крону" складає не менше одного року при ємкості джерела живлення не менше 400мА/год. Радіоінтерфейс використовує два (на вибір) дозволені частотні діапазони: 434 і 315 МГц. Доступні наступні типи модуляції: FSK (Frequency Shift Keying - частотна маніпуляція несучої) і OOK (On/Off Keying - амплітудна модуляція), які

задаються апаратно в сенсорі диму. Вихідна потужність радіопередавача в сенсорі диму регулюється апаратно в межах від -20дБм до 10дБм, чутливість приймального модуля складає - 105дБм. Швидкість передачі інформації вибирається програмно, паралельно із завданням ідентифікатора і номера датчика диму, і варіюється в межах від 1 до 11 кбіт/сек. Для забезпечення вільних часових інтервалів в ефірі і запобігання колізіям усередині системи при передачі даних в системі застосовано часове розділення.

В додатку приведена функціональна схема сенсора диму з радіоінтерфейсом. Апаратні засоби сенсора можна розділити на три функціональні блоки. Основним елементом блоку сенсора диму є інтегральна схема сенсора диму MC145010/12 компанії Motorola – 2. Мікросхема використовує ефект оптичного розсіювання продуктами горіння світлового потоку при певній концентрації задимлення внутрішнього простору димової камери. Крім опиту димової камери на наявність диму, мікросхема здійснює контроль рівня напруги живлення і стеження за зміною чутливості димової камери. Локальна індикація режимів роботи здійснюється за допомогою вбудованої в сенсор звукової сигналізації і інформаційного світлодіода. Ланцюг тестування дозволяє перевіряти працездатність сенсора за допомогою натиснення і утримання кнопки, виведеної на корпус, імітуючи режим задимлення в димовій камері. Живлення мікросхеми сенсора диму сумісне з периферією здійснюється безпосередньо від +9В батареї, тоді як блок інтерфейсу працює при нижчому живленні +2.5В. Для сполучення функціональних блоків сенсора задіяна схема перетворення рівнів напруг.

Як інтерфейс для віддаленої передачі даних вибраний радіоканал. Як основний елемент радіо-інтерфейсу використовується МК MC68HC908RF2 з інтегрованим в корпус радіопередавачем – 3 . Функції МК - обробка сигналів про наявність задимлення в камері, про зниження рівня напруги живлення і зміну чутливості камери, що поступає з виходів мікросхеми сенсора диму, і

обслуговування протоколу для передачі даних по радіоканалу. Програмно здійснюються:

- захист від помилкових інформаційних сигналів, що поступають з мікросхеми сенсора диму;
- часове розділення з індивідуальними затримками між сеансами зв'язку, залежними від номера сенсора, що гарантує відсутність інтерференцій від інших сенсорів в системі і рівні терміни служби батарей сенсорів при роботі в черговому режимі;
- виключення одночасної передачі інформації про задимлення при виявленні пожежі відразу декількома сенсорами системи;
- перешкодостійке кодування інформації, яка передається від сенсорів;
- енергозберігаючі алгоритми і функції.

Залежно від стану, роботу сенсора диму можна розділити на три режими. Черговий режим припускає роботу з мінімальним енергоспоживанням. Кожні вісім секунд сенсор опитує димову камеру на наявність локального задимлення, кожні тридцять дві секунди перевіряє рівень напруги живлення і чутливість камери. При цьому сенсор здійснює локальну і віддалену індикації свого стану. Локально, тобто безпосередньо в приміщенні, де встановлений сенсор диму, індикація проводиться одноразовим включенням світлодіода кожні 32 секунди. У міру розряду батареї, при зниженні напруги нижче порогового в  $7 \pm 0.5V$ , сенсор починає видавати короткочасний звуковий сигнал "РОЗРЯД БАТАРЕЇ" одночасно з включенням світлодіодного індикатора кожні 32 секунди протягом часу не менше одного тижня. Під час експлуатації сенсора можливо зниження чутливості димової камери. При зменшенні чутливості, а також при несправностях електронної схеми, сенсор видає короткочасний звуковий сигнал "НЕСПРАВНІСТЬ", не співпадаючий за часом з включенням оптичного індикатора кожні 32 секунди протягом часу не менше одного тижня. Віддалена індикація зводиться до

передачі інформації про стан сенсора через радіо інтерфейс не менше чотирьох разів на годину. Режими зниження рівня напруги і чутливості камери не є критичними для сенсора і не вимагають миттєвої активізації радіопередачі, і, отже, дана інформація передається в приймально-контрольний модуль при кожному подальшому черговому сеансі зв'язку.

При виявленні локального задимлення, сенсор переходить в режим "ПОЖЕЖА", включає переривистий звуковий сигнал "ТРИВОГА" одночасно з включенням оптичного індикатора не рідше за один раз в секунду. Опит димової камери виробляється кожні вісім секунд. Інформація про стан сенсора в режимі "ПОЖЕЖА" передається віддаленому приймальному модулю не рідше за один раз за півтори хвилини. Сенсор знаходиться в даному режимі до тих пір, поки буде присутнє задимлення в камері.

При активації ланцюга перевірки працездатності сенсора відбувається імітація режиму локального задимлення на якийсь час, поки натиснута кнопка на корпусі сенсора. Отже, опис роботи сенсора в режимі "ПОЖЕЖА" застосовується і в даному випадку.

Використання батареї як автономне джерело живлення дозволило повністю позбавитися дротів, але і поставило завдання забезпечення тривалого терміну роботи сенсора від однієї батареї без її заміни протягом часу не менше року. Рішення даної проблеми здійснюється на двох рівнях одночасно: апаратному і програмному. По-перше, основна вимога до апаратної частини сенсора - мінімальне споживання електроенергії або відсутність такого всіма частинами схеми сенсора в час, коли вони неактивні і не задіюються. По-друге, мінімізація споживання під час активної фази роботи окремих частин сенсора. По-третє, скорочення тривалості активних фаз кожного з елементів сенсора. По-четверте, апаратна і програмна реалізації "сплячого" і активного режимів. По-п'яте, що повністю відключаються модуль радіопередавача і схема підсилення. В результаті, вдалося добитися значного зниження струму,



споживаного сенсором, в черговому режимі при нормальній напрузі живлення до значення не більше 30мкА.

При використанні мікроконтролера виникла необхідність в інтерфейсі програмування і відладки. Для цих цілей були розроблені два способи програмування, що затребували як додаткової схемотехніки безпосередньо в сенсору диму, так і окремих апаратних засобів. Перший спосіб має на увазі використання плати інтерфейсу MON08. Даний спосіб припускає обов'язкову наявність комп'ютера, плати MON08 і певних навиків програмування мікроконтролерів. Це зручно в процесі виробництва і вихідного контролю сенсорів диму, але при наладці системи безпосередньо в місці її установки таке рішення є складним і громіздким.

При другому способі, для програмування сенсора диму передбачається використовувати сам приймально-контрольний модуль, основними функціями якого є 4:

- прийом і обробка інформації від сенсорів диму в кількості до 255 з можливістю розширення до 1024;
- збереження в журнал подій всієї одержаної інформації або даних тільки про нештатні режими сенсорів (кількість записів в журнал подій залежить від об'єму використовуваної в модулі пам'яті) з можливістю перегляду як безпосередньо на приймальному модулі, так і за допомогою комп'ютера локально або віддалено;
- у разі потреби, індикація нештатних режимів сенсорів за допомогою вбудованої звукової і візуальної сигналізації;
- об'єднання декількох приймальних модулів в єдину систему пожежної сигналізації, або подальше підключення до системи управління безпекою будівлі;
- контроль температури безпосередньо в місці установки приймального і контрольного модуля;
- підключення комп'ютера і інших пристроїв через інтерфейс RS-232;

- резервне електроживлення;
- контроль доступу по пароллю;
- призначення зон відповідальності кожному сенсору в системі;
- просте додавання і віддалення сенсорів в системі;
- настройка режимів роботи приймального модуля віддалено, або за допомогою клавіатури на корпусі модуля.

### 3.4 Розробка багатосегментної системи пожежної сигналізації

Система пожежно-охоронної сигналізації це сукупність сенсорів і мережної інфраструктури (радіосистема) для організації транспорту інформації в диспетчерський пункт, що складається з приймально-контрольного приладу або диспетчерського програмного забезпечення (рисунок 3.5).

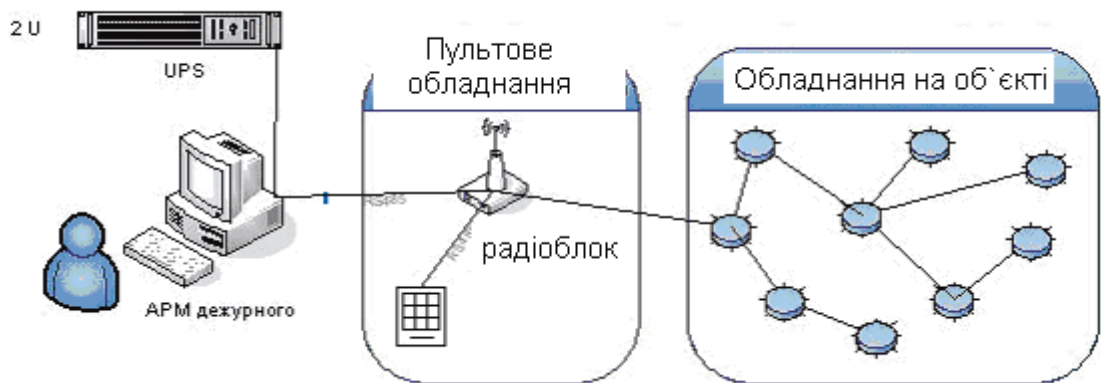


Рисунок 3.5 – Загальна схема безпроводної пожежної системи

Радіосистема охоплює об'єкт, що охороняється, за допомогою сегментів, кожний з яких включає до 300 вузлів. Сегмент управляється за допомогою базового вузла, що входить до складу шлюзу. Шлюзи можуть з'єднуватися як

один з одним, так і з приймально-контрольним приладом по радіоканалу або по провідному каналу (RS-485, Ethernet).

Приймально-контрольний прилад управляє станом всієї системи і забезпечує моніторинг і редагування контрольованих параметрів. В ролі приймально-контрольного приладу може виступати окремий пристрій (пульт) або диспетчерське ПЗ, можливо також і їх спільне використання.

Наявність контролера в кожному вузлі дозволяє реалізувати сенсорну мережу, що самоорганізовується, і функції ретрансляції для стійкого покриття радіосигналом всіх необхідних зон, що охороняються, незалежно від таких перешкод як залізобетонні і металеві конструкції.

На практиці це означає, що для установки системи досить призначити кожному сенсору унікальну мережну адресу і розмістити сенсори на об'єкті. Подальша настройка і тестування роботи мережі відбувається в повністю автоматичному режимі.

Склад об'єктового і пультового обладнання.

Об'єктове обладнання складається:

- сенсор диму;
- охоронний інфрачервоний сенсор;
- ручний пожежник сенсор;
- ручний охоронний сенсор (тривожна кнопка);
- магніто - контактний сенсор відкриття;
- сенсор вібрації.

Пультове обладнання.

- приймально-контрольний прилад;
- шлюзові елементи (радіонакопичувачі);
- диспетчерське ПО.

Переваги системи. В даний час на ринку пожежно-охоронних систем в основному представлені або провідні рішення, або рішення, що базуються на

використанні частоти 433 МГц. Ці рішення мають ряд істотних недоліків, серед яких можна виділити.

Провідні рішення:

- висока вартість і великі терміни монтажу;
- велика частота обслуговування для дротяних систем;
- сильний вплив зовнішніх дій на експлуатацію системи (погані контакти внаслідок недбалого монтажу, старіння проводів, легкість їх пошкодження);

- помилки проектування (перегорання проводів до фіксації пожежі).

Бездротові рішення:

- висока ціна і низька надійність;
- складність в настройці і супроводі;
- підвищена енергоємність і обмеження по топології.

Розроблена система побудована на унікальних технологічних рішеннях. При цьому досягається повна автономність роботи, інтелектуальність мережі і можливість автоматичної реконфігурації. В результаті розроблена система пожежної сигналізації, володіє цілим рядом переваг в порівнянні з пропонованими на ринку провідними і бездротовими рішеннями, головними з яких є:

- висока швидкість монтажу і запуску в експлуатацію, можливість оперативної зміни конфігурації, мобільність охоронного пульта, можливість співіснування декількох пультів;

- простота проектування і інсталяції системи;
- високий ступінь стійкості до промислових і побутових радіоперешкод;

- низьке енергоспоживання;
- можливість охорони будь-якого об'єкта, зокрема мобільного, незалежно від його розташування;

- універсальність з простих елементів можна побудувати скільки завгодно складну систему;
- немає принципових обмежень для підключення до існуючої системи охорони.

Застосування системи. Пожежно-охоронна сигналізація, побудована на основі технології бездротових сенсорних мереж, володіє високою автономністю по живленню і гнучкістю інсталяції, дозволяючи «обходити» залізобетонні перешкоди і дублювати радіоканали в проблемних зонах.

Таким чином, будучи альтернативою традиційним провідним і бездротовим системам, найбільш перспективною областю застосування даної системи слід визнати великі розподілені об'єкти, на яких економічна ефективність даного рішення істотно перевершує всі існуючі аналоги.

В додатку Г приведена функціональна блок-схема приймально-контрольного модуля. Модуль побудований на основі мікроконтролера MC68HC908GP32 фірми Motorola, і включає наступні функціональні блоки: радіоприймальний модуль на основі мікросхеми MC33591/4 фірми Motorola, зовнішня незалежна пам'ять, сенсор температури, РКІ - індикатор, клавіатура, звуковипромінювач і ряд світлодіодних індикаторів. Також, до модуля підключаються інтерфейс спряження з RS-232 і інтерфейс віддаленого управління.

Слід зазначити, що структурно приймальний модуль, що здійснює всі контрольні функції, компактний і не складний. Вартість його в порівнянні з існуючими системами контролю значно менше, при цьому диспетчерський пульт має можливість адресно автоматично контролювати і фіксувати в перебігу тривалого часу стан всіх елементів системи. Ціна одержаних переваг полягає у введенні в кожен сенсор диму мікроконтролера з радіоканалом, стану, що відповідає за відстежуванням, як самого сенсора так і пожежної обстановки в зоні, що охороняється.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Поняття “охорона праці” визначено статтею 1 Закону України “Про охорону праці”. Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Головною метою охорони праці є створення на кожному робочому місці безпечних умов праці, умов безпечної експлуатації, обладнання, зменшення або повна нейтралізація дії шкідливих і небезпечних виробничих факторів на організм людини і, як наслідок, зниження виробничого травматизму та професійних захворювань.

Мета охорони праці – надання знань щодо загальних питань законодавства з охорони праці, виробничої санітарії, пожежної безпеки, електробезпеки, гігієни праці, способів надання першої допомоги потерпілим при нещасних випадках, аваріях.

Аналіз санітарно-гігієнічних умов праці. У операторній постійно працює два чоловіка. Види виконуваних робіт – слідкування за ходом технологічного процесу, формування звітів: добових, місячних, річних, розробка, налагодження і запуск програм. Для цих цілей у лабораторії використовується 2 персональні ЕОМ класу Celeron 2.4, На 2 персональних комп'ютерах (ПК) встановлені монітори марки SAMTRON 56E, що по степені безпеки відповідають стандартам ISO та MPRII.

Характеристика приміщення і робочого місця. План приміщення подано на рисунку 4.1

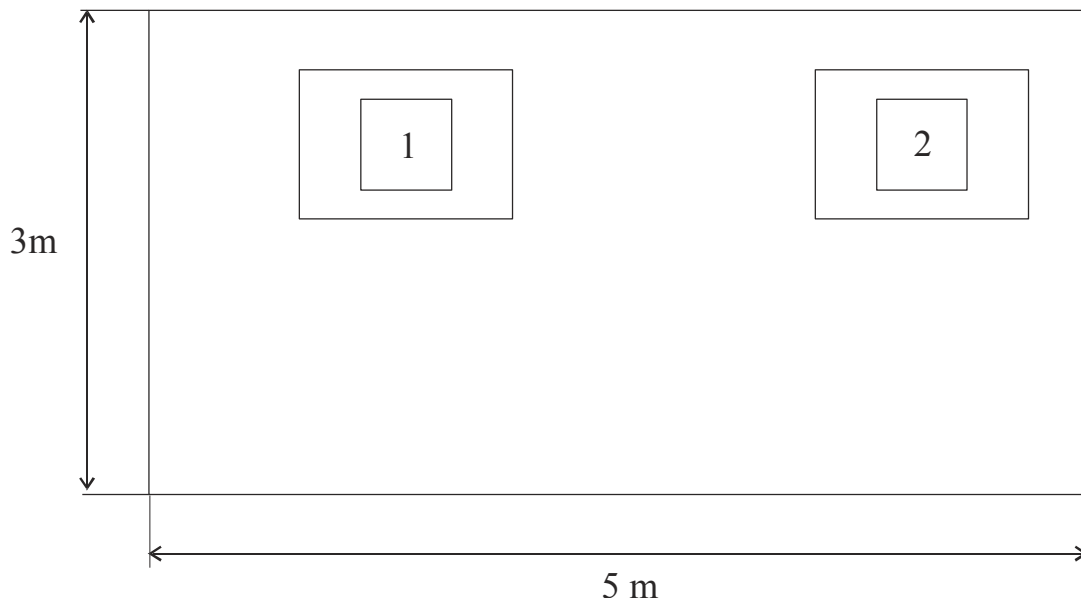


Рисунок 4.1 – План приміщення

Згідно СН-245-71, на одного працюючого об'єм приміщення повинний складати не менше  $19,5 \text{ м}^3$ , площа – не менше  $6 \text{ м}^2$ .

Число працюючих у приміщенні  $N_p=2$ .

Таким чином, на кожного працюючого виходить  $22,5 \text{ м}^3$  і  $7,5 \text{ м}^2$ , отже ці вимоги тут дотримані.

Далі, відповідно до норм, повинні дотримуватися:

- ширина основних проходів, не менше: 1200 мм
- ширина допоміжних проходів, не менше: 700 мм
- відстань між двома столами, якщо між ними є стілець, не менше: 1300 мм.

У розглянутій лабораторії:

- ширина основних проходів: 2000 мм
- відстань між двома столами:
  - у ряді 1500 мм
  - між рядами 1500 мм

Отже, норми виконуються.

Аналіз мікроклімату. Завдяки встановленим кондиціонерам, LG 35FL8 у приміщенні завжди підтримується:

- стабільна температура , що становить повітря 18 °С,
- відносна вологість повітря 55 %.

При зниженні тиску погіршується відвід тепла від елементів ЕОМ, знижуються ізоляційні властивості повітря. Як було показано в попередньому розділі, показники об'єму і площі приміщення на одного працюючого відповідають нормативним значенням.

Роботи, що проводяться в лабораторії відносяться до легких фізичних робіт групи 1а, відповідно до ГОСТ 12.1.005-88, тому що вони проходять сидячи і не вимагають фізичного навантаження, проходять при нормальних метеорологічних умовах і не викликають забруднення одягу і рук. Витрати енергії не перевищують 172 Дж/с (155 Ккал/год).

У таблиці 4.2 і 4.3 наведені норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря на робочих місцях відповідно ГОСТ 12.1.005-88, що встановлює норми виробничого мікроклімату. Дані приведені для приміщень з незначним надлишком явного тепла (до 20 Ккал/год м<sup>3</sup>) для виконання легких робіт.

Таблиця 4.2 – Норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря на постійних робочих місцях

Період року	Норми	Температура повітря t, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
холодний	оптим.	20-22	30-60	менше ніж 0,2
	доп.	17-22	менше 75	менше ніж 0,3
теплий	оптим.	20-25	30-60	0,2-0,3
	доп.	менше ніж 28	менше ніж 80*	0,3-0,5

\* - у теплий період року допустима відносна вологість повітря для всіх приміщень і категорій робіт має значення, приведені в таблиці 4.3.



Таблиця 4.3 - Відносна вологість повітря в теплий період року

Температура повітря, °С	28	27	26	25	24	≤23
Відносна вологість, %	≥55	60	65	70	75	75

Основними джерелами тепла в лабораторії є:

- сонячна радіація
- система опалення
- люди, що працюють у приміщенні
- устаткування

У таблиці 4.4 приведені дані, вимірювані в лабораторії у місяці грудні.

Таблиця 4.4 – Результати виміру параметрів мікроклімату в лабораторії

Температура повітря t, °С	17 – 20
Відносна вологість, %	50 – 60
Швидкість руху повітря, м/с	0,2

Як видно з таблиці 4.4, у розглянутій лабораторії значення параметрів мікроклімату відповідають нормативним. Стабільність цих параметрів підтримується загальною системою утеплення і кондиціонування повітря.

Аналіз забруднення повітряного середовища. Джерелами пилу в лабораторії є: книги, документація, роздруківки, а також одяг, взуття студентів і працівників, а також зовнішнє повітря.

Встановлений у лабораторії кондиціонер LG35FL8 забезпечує встановлені норми чистоти поступаючого зі сторони приміщення повітря, що надходить ззовні. У лабораторії періодично проводиться вологе прибирання.

Зазначені умови забезпечують підтримку в нормі параметрів чистоти повітряного середовища.

Освітлення. У лабораторії використовується природне і штучне освітлення. Природне освітлення здійснюється з допомогою двох вікон загальною площею  $S = 12 \text{ м}^2$ .

Штучне освітлення в лабораторії здійснюється системою загального рівномірного освітлення, що реалізована на основі люмінесцентних ламп типу ЛЦД-40-1, що мають наступні параметри:

- висока світловіддача;
- тривалий термін служби;
- мала яскравість освітлювальної поверхні;
- близькість спеціального складу до природного освітлення.

Робота за монітором ПЕОМ по розряду зорових робіт відноситься до III типу (роботи високої точності з розміром об'єкта 02-0,4 мм). При загальному освітленні, освітленість робочого місця повинна складати від 200 до 400 лк.

При штучному освітленні нормуються наступні параметри:

$E$  (лк) – найменша припустима освітленість;

$M$  – показник дискомфорту;

$K_n$  (%) – коефіцієнт пульсації освітлення.

Перевіримо відповідність фактичних параметрів штучного освітлення в приміщенні нормам. Номінальний світловий потік лампи білого свічення ЛЦД-40-1:

$$\Phi_l = 3120 \text{ лм.}$$

У лабораторії застосовуються світильники, у яких встановлені дві лампи. Висоту підвіски світильника визначимо по формулі:

$$h = H - h_C - h_P - h_{II}, \quad (4.1)$$

де  $H$  – висота приміщення, м;

$h_C$  – висота світильника, м;

$h_{II}$  – відстань від стелі до підвіски, м;

$h_P$  – висота робочої поверхні, м.

Для розглянутої лабораторії:

$$H = 3 \text{ м,}$$

$$h_C = 0,15 \text{ м,}$$

$$h_{II} = 0 \text{ м, (підвісу немає),}$$

$$h_P = 0,8 \text{ м.}$$

звідси:

$$h = 4 - 0,15 - 0,8 = 3,05 \text{ м.}$$

Світильники розташовані в 3 ряди. Висота підвіски світильників складає 3,05 метра відносно підлоги, відстань між рядами 1 м, відстань від ряду до стіни 1,0 метра. Приміщення має наступні габарити:

- довжина  $A = 5$  метрів,
- ширина  $B = 3$  метри.

Визначимо освітленість у робочій точці. Для розрахунку загальної рівномірної освітленості при горизонтальній робочій поверхні використовуємо метод коефіцієнта використання світлового потоку.

Розрахункова формула для світлового потоку світильника має такий вигляд:

$$\Phi_{л} = \frac{E \cdot K_z \cdot S \cdot Z}{N \cdot n}, \quad (4.2)$$

де  $N$  - кількість світильників у лабораторії,  $N = 6 \cdot 3 = 18$ ;

$n$  - коефіцієнт використання світлового потоку;

$\Phi_{л}$  - світловий потік ламп;

$K_z$  - коефіцієнт запасу,  $K_z = 1,5$ ;

$Z$  - коефіцієнт нерівномірності;

$S$  - площа приміщення;

$E$  - освітленість, створювана усіма світильниками.

Звідси одержуємо формулу для розрахунку освітленості на робочому місці :

$$E = \frac{\Phi_{л} \cdot N \cdot n}{K_{з} \cdot S \cdot Z} \quad (4.3)$$

Коефіцієнт використання світлового потоку залежить від:

- КПД кривої розподілу сили світла світильника,
- коефіцієнта відбивання стелі  $R_{П}$  і стін  $R_{С}$ ,
- висоти підвісу світильників  $h_{П}$ ,
- показника приміщення  $i$ :
- 

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} \quad (4.4)$$

$$i = (9 \cdot 7) / (3,05 \cdot (9 + 7)) = 1,291.$$

Стеля і стіни пофарбовані в білий колір.

Приймаємо

$$R_{П} = 50\%;$$

$$R_{С} = 30\%.$$

Звідси:

$$n = 31\%.$$

$$E = \frac{(3120 \cdot 2) \cdot 18 \cdot 0,31}{63 \cdot 1,1 \cdot 1,5} = 335_{лк}.$$

Так як по розряду зорової роботи робота за дисплеєм ПЕОМ відноситься до III типу (високої точності, розмір об'єкта 0.2-14 мм), то при загальному висвітленні освітленість робочого місця повинна складати від 200 до 400 лк, рекомендована освітленість при роботі з дисплеєм ПЕОМ складає 200 лк, а

при сполученні роботи з документами 400 лк. Фактична освітленість на робочому місці складає 335 лк. Таким чином для роботи з дисплеєм цілком достатньо існуючих джерел світла, однак робота з документами повинна вестися при природному освітленні, або за допомогою додаткових місцевих джерел освітлення.

Іонізоване випромінювання. Джерелами рентгенівського і ультрафіолетового випромінювання в лабораторії є електронно-променеві трубки (екрани моніторів). Такі екрани генерують м'яке рентгенівське випромінювання з енергією фотонів від 1 КЕВ до 1 МЕВ і відносяться до категорії іонізованих випромінювань.

Захист від впливу цих випромінювань може бути досягнутий такими способами:

- шляхом віддалення на можливо максимальну відстань оператора від екрана (в основному 0,5...0,7 м);
- скорочення часу безперервної роботи (захист по часі);
- розміщенням оператора під деяким кутом і діагональної осі екрана.

Відповідно ДО ГОСТ 27016-86 для відеотерміналів на основі ЕПТ нормовані значення наступні :

- потужність дози рентгенівського випромінювання в точці простору на відстані 5 см від поверхні екрану монітора не повинна перевищувати 0.03 мкР/с при 41 годинному робочому тижню;

щільність потоку ультрафіолетового випромінювання не повинна перевищувати 10 Вт/м<sup>2</sup>.

Електромагнітні поля. Електромагнітні випромінювання низької частоти (від 12 до 150 Гц) роблять найбільш шкідливий вплив на організм людини. Тривалий вплив низькочастотних полів сприяє порушенню репродуктивної функції і виникненню раку.

Для зниження рівня перемінного електромагнітного поля в сучасних моніторах, що відповідають специфікаціям Low Radiation (LR), MPRII і

ТСQ92, застосовуються котушки компенсації, встановлені на електронно-променевої трубці (ЕПТ), а також спеціальні матеріали в її конструкції.

Застосовувані, при роботі в лабораторії монітори SyncMaster 550b, 2003 року виготовлення задовольняють встановлені норми.

Пожежна безпека. Розглянута лабораторія згідно ОНТП 24 і відноситься до категорії В, класу П-Па ПУЕ 76/87 по пожежній небезпеці. В лабораторії є горючі речовини:

- волокнисті (папір);
- тверді (дерево).

Пожежа в лабораторії представляє особливу небезпеку, так як пов'язана з значними матеріальними втратами. Як відомо, пожежа може виникнути при взаємодії горючих речовин, окислювача і джерела запалювання. Горючими речовинами являються будівельні матеріали для акустичної обробки приміщення, перегородки, двері, підлога, папір для принтеру, корпусу ПЕОМ і принтерів, ізоляція кабелів. Особливістю сучасних ПЕОМ являється дуже висока щільність розміщення елементів електронних схем. При проходженні електричного струму по провідниках і деталях виділяється тепло, що в умовах їх високої щільності може привести до перегріву. Надійна робота окремих елементів і електричних схем в цілому забезпечується тільки в визначених інтервалах температури, вологості і при заданих електричних параметрах. При відхиленні реальних умов експлуатації від розрахункових може виникнути пожежонебезпечна ситуація.

Кабельні лінії зв'язку являються найбільш пожежонебезпечним місцем. Для зниження загоряння і здатності розповсюдження вогню кабелі покривають вогнетривким покриттям.

Для гасіння пожежі на початковій стадії її виникнення в лабораторії встановлені 3 вуглекислотних вогнегасники ВВ-2

Для передбачення пожежі в лабораторії прийняті такі міри:

- передбачений вільний доступ до мережених рубильників і вимикачів;

- на випадок короткого замикання передбачені запобіжники і автоматичне відключення мережі;
- в наявності є вогнегасники ВВ-2 для гасіння електрообладнання і ВХП-10 для гасіння об'єктів, що не знаходяться під напругою;
- вхідні двері лабораторії відкриваються на зовні;
- ширина дверей не менше 0,8 м, а висота проходу більше 1 м;
- в лабораторії є план евакуації людей;
- у спільному коридорі, поруч з лабораторією знаходиться пожежний кран;

Ширина загального коридору, ширина дверей, висота дверей відповідають нормативним значенням, що наведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Нормативні та існуючі параметри дверей та коридору

	Нормативні значення, м	Існуючі значення, м
Ширина коридору	> 2,0	2,5
Ширина дверей	> 0,8	1,2
Висота дверей	> 2,0	2,5

Розрахунок заземлення. Електричний струм здійснює на організм людини електролітичний, термічний і біологічний вплив. Викликає загальну рефлекторну реакцію нервової і серцево-судинної системи. Результат електротравми залежить як від умов зовнішнього середовища так і від параметрів організму людини. Ступінь поразки людини залежить від роду і величини напруги і струму, частоти електричного струму, шляху струму через людину, тривалості дії й умов зовнішнього середовища.

Для запобігання поразення людини електричним струмом застосовують захисне заземлення. Захисним заземленням називається навмисне електричне з'єднання з землею чи її еквівалентом металевих не струмоведучих частин, що можуть виявитися під напругою.

Пристрій, що заземлює, складається з одного чи декількох заземлюючих, металевих елементів занурених на визначену глибину в ґрунт і провідників, що заземлюють, з'єднуюче устаткування, що заземлюється, із заземлювачем. Принцип дії захисного заземлення заснований на зниженні напруги щодо землі до допустимих рівнів напруги дотику.

Згідно правил будови електроустановок при напрузі до 1000 В опір пристрою, що заземлює, повинне бути не більш 4 Ом, при напрузі понад 1000 В опір повинний бути не більш 10 Ом.

У пристрої розглянутому в даному проекті є один єдиний вузол потенційно небезпечний для людини з погляду поразки електричним струмом, це джерело живлення. Джерело живлення має захисний екран для запобігання проникнення перешкод у мережу й ефір, цей же екран можна використовувати для організації захисного заземлення. Виходячи з того, що при будівництві будинків, у розподільних щитах, уже передбачені провідники, що заземлюють, з'єднані з заземлювачем, то необхідно розрахувати провідник з'єднуючий екран із провідником, що заземлює.

Так як напруга в мережі й у джерелі живлення не перевищує 1000 В той опір провідника не повинний перевищувати 4 Ом. У такий спосіб можна розрахувати довжину мідного провідника:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}; \quad (4.5)$$

де  $R$  – опір Ом;

$\rho$  – питомий опір, Ом · м (для міді  $1,673 \cdot 10^{-8}$ );

$l$  – довжина провідника, м;

$S$  – площа поперечного перерізу провідника зі струмом, м<sup>2</sup>.



Виходячи з вищеописаного можна побудувати залежність максимального значення довжини провідника від площі поперечного переріза (рисунок 4.2).

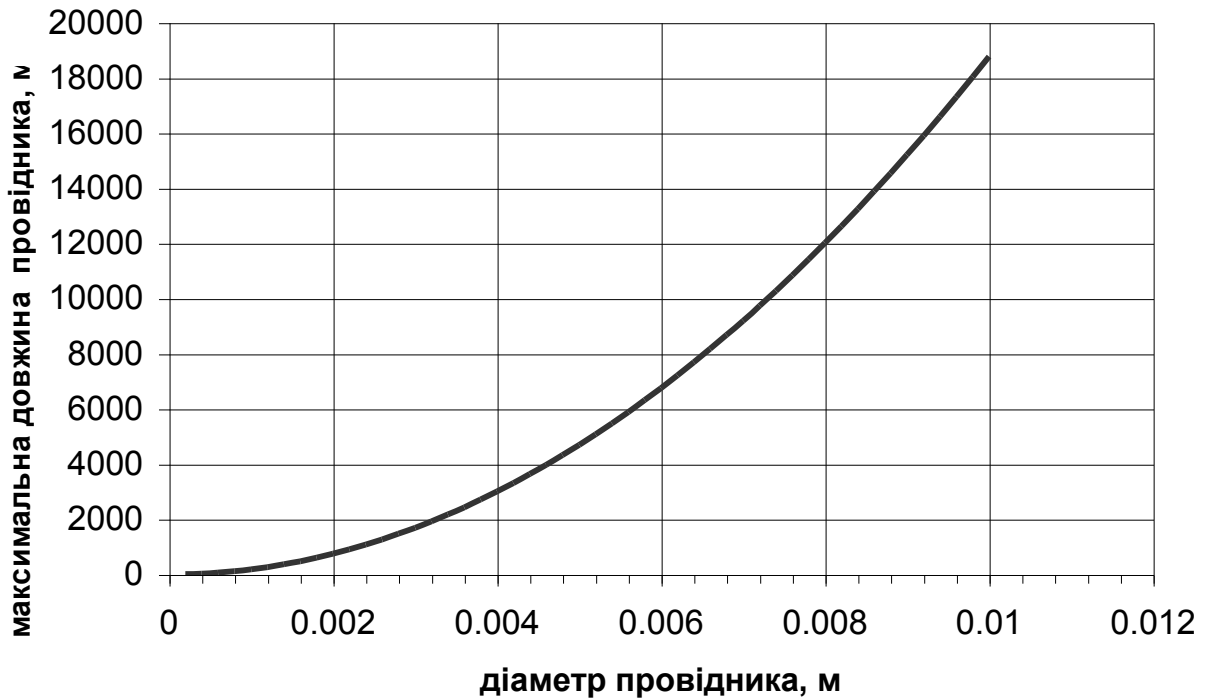


Рисунок 4.2 – Залежність максимально можливої довжини проводу заземлення від діаметра проводу.

Площа поперечного перерізу виходячи з круглої форми перетину провідника дорівнює:

$$S = \pi \cdot \frac{d^2}{4}, \quad (4.6)$$

де  $S$  - площа поперечного перерізу провідника зі струмом [м<sup>2</sup>];

$\pi$  - константа приблизно рівна 3,141592;

$d$  - діаметр поперечного перерізу провідника [м].

## ВИСНОВКИ

В дипломному проекті розроблена автоматизована система пожежної сигналізації з використанням технології сенсорних мереж.

При розробці системи вирішено такі задачі:

- розкрито характеристики пожежі та способи її виявлення;
- проведено аналіз типів систем пожежної сигналізації та детально розкрито переваги адресно-аналогової системи пожежної сигналізації;
- проведено аналіз та обґрунтовано вибір сенсорів диму;
- сформовано рекомендації по розміщенню пожежних сенсорів на об'єкті;
- проаналізовано архітектури мережі сенсорів та розкрито переваги використання стільникової мережі;
- розроблено структурну схему системи пожежної сигналізації;
- розроблено функціональну схему радіофікованого сенсора диму;
- розроблено функціональну схему приймального і контрольного модуля.

Установка системи займає значно менше часу завдяки тому, що не потрібно прокладати сигнальні дроти від вузлів сенсорів до точки збору даних. Власнику будівлі також не потрібно буде турбуватися про порушення в корпусі будівлі, які могли б виникнути при прокладці дротів від сенсорів.

Отже, при використуванні стільникової технології мережа сенсорів може бути легко встановлена і з великим запасом міцності. Хоча ступінь запасу міцності знаходиться все ще під питанням, привабливість використання бездротових сенсорів для контролю пожежної ситуації в приміщеннях залишається досить високою.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дийков Л.К., Медведев Ф.К и др. Электронно-оптические извещатели пламени.– Электроника: НТБ, 2000, №6.
2. Горбунов Н.И., Дийков Л.К., Медведев Ф.К. Варфоломеев С.П., Марахонов В.М. Фотолюминесцентный излучатель, полупроводниковый фотоэлемент и оптрон на их основе. Патент на полезную модель №37575, приоритет 05.02.04.
3. Извещатель пожарный пламени инфракрасный, многодиапазонный "НАБАТ" АДПК.425241.001ТУ.
4. Патент на промышленный образец, №53744, приоритет 18 июля 2003, заявитель ОАО "НИИ Гириконд".
5. Горбунов Н.И., Медведев Ф.К., Дийков Л.К., Варфоломеев С.П. Новые оптроны.– Компоненты и технологии, 2004, №6.
6. Горбунов Н.И., Медведев Ф.К., Дийков Л.К., Варфоломеев С.П. Датчики для систем обеспечения пожаро-взрывобезопасности.– Датчики и системы, 2004, №6.
7. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). – М.: Энергоатомиздат, 1988 – 648 с.
8. Беспроводные линии связи и сети.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 640 с.
9. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение, 2-е издание.: Пер. с англ. – М. : Издательский дом “Вильямс», 2003. – 1104 с.
10. Башлы П. Н. Современные сетевые технологии. – Горяч. Линия-Телеком, 2006. – 334 с.
11. Дуглас Э. Камер. Сети TCP/IP, том 1. Принципы, протоколы и структура. Идательство: Вильямс, 2005. – 880 с.

12. Новиков Ю. В. Основы цифровой схемотехники. Базовые элементы и схемы. Методы проектирования. – М.: Мир, 2001. –379 с.
13. Методичні вказівки до написання розділу “Охорона праці” в дипломних проектах з освітньо-кваліфікаційного рівня “Спеціаліст” для спеціальності 7.091501 – Комп’ютерні системи та мережі / Г.В. Сапожник, Н.М.Васильків – Тернопіль:ТАНГ, 2004. –24 с.
14. Вимоги до оформлення дипломних робіт за освітньо-кваліфікаційними рівнями “спеціаліст” і “магістр”/ За ред. проф. Г.П.Журавля – Тернопіль: ТНЕУ, 2007. – 36 с.
15. Методичні рекомендації до виконання дипломного проекту з освітньо-кваліфікаційного рівня “Спеціаліст”. Спеціальність «Комп’ютерні системи та мережі» / О.М. Березький, Н.М.Васильків, Р.Б.Трембач, Г.М. Мельник /Під ред. О.М. Березького. - Тернопіль: ТНЕУ, 2012.– 40 с.