

Львівський державний університет  
безпеки життєдіяльності

Кушнір А.П.

## АВТОМАТИЧНІ СПОВІЩУВАЧІ СИСТЕМ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

Навчальний посібник

Львів – 2012

ББК 38.96  
УДК 614.842.4(075.8)  
К 96

**Кушнір Андрій Петрович**

Автоматичні сповіщувачі систем пожежної сигналізації [Текст] : [Навчальний посібник] / А.П. Кушнір . – Львів : ВОНДРВР ЛДУ БЖД 2012. – 188 с.

Рецензенти: **Яцишин С.П.**, професор кафедри інформаційно-вимірювальних технологій інституту комп'ютерних технологій, автоматики і метрології Національного університету “Львівська політехніка”, д.т.н., доцент;  
**Воробйов О.І.**, доцент кафедри ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій Львівського державного університету безпеки життєдіяльності

У навчальному посібнику розглянуто загальну структуру систем пожежної сигналізації та класифікацію пожежних сповіщувачів. Описано різні типи сучасних пожежних сповіщувачів та принципи їх побудови. Коротко наведено теорію нечітких множин із застосуванням її у реалізації пожежних сповіщувачів. Побудовано тепловий пожежний сповіщувач в основу роботи якого закладено теорію нечітких множин. Показано як можна використовувати сучасний математичний апарат MATLAB для моделювання режимів роботи пожежних сповіщувачів. Значну увагу приділено проектуванню, монтажу та технічному обслуговуванню систем пожежної сигналізації, згідно з ДБН В.2.5-56:2010 та ДСТУ-Н SEN/TS 54-14.

Призначений для курсантів та студентів пожежно-технічних навчальних закладів III-IV рівнів акредитації, а також може бути корисний для бажаючих самостійно ознайомитися з різними типами сучасних пожежних сповіщувачів та новітніми технологіями їх побудови.

Рекомендовано вченою радою Львівського державного університету безпеки життєдіяльності (Протокол №7 від “30” березня 2012 року).

© Кушнір А.П., 2012  
© ЛДУ БЖД, 2012

## ЗМІСТ

Перелік основних скорочень	5
Вступ	6
<b>Розділ 1. СИСТЕМИ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ</b>	8
1.1. Основні відомості про системи пожежної сигналізації	8
1.2. Адресно-аналогові системи пожежної сигналізації	11
1.3. Радіоканальні адресно-аналогові системи пожежної сигналізації	19
1.4. Структура систем пожежної сигналізації	22
1.5. Вимоги до електропостачання систем пожежної сигналізації	24
<b>Розділ 2. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПОЖЕЖНІ СПОВІЩУВАЧІ</b>	29
2.1. Призначення і основні тенденції розвитку пожежних сповіщувачів	29
2.2. Класифікація пожежних сповіщувачів	33
2.3. Класифікація пожежних оповіщувачів, згідно з ДСТУ EN 54-1:2003	36
2.4. Основні технічні характеристики пожежних сповіщувачів	39
2.5. Маркування пожежних сповіщувачів	40
2.6. Позначення пожежних сповіщувачів в проектній документації	43
<b>Розділ 3. ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ТРАДИЦІЙНИХ ПОЖЕЖНИХ СПОВІЩУВАЧІВ</b>	45
3.1. Точкові теплові пожежні сповіщувачі	45
3.2. Лінійні теплові пожежні сповіщувачі	56
3.3. Точкові димові пожежні сповіщувачі	58
3.3.1. Іонізаційні (радіоізотопні) пожежні сповіщувачі	58
3.3.2. Оптичні точкові димові пожежні сповіщувачі	60
3.4. Лазерні точкові димові пожежні сповіщувачі	70
3.5. Аспіраційні пожежні сповіщувачі	71
3.6. Лінійні димові пожежні сповіщувачі	73
3.7. Пожежні сповіщувачі полум'я	79
3.7.1. Пожежні сповіщувачі полум'я, які реагують на інфрачервоне випромінювання	80
3.7.2. Пожежні сповіщувачі полум'я, які реагують на ультрафіолетове випромінювання	82
3.8. Мультисенсорні пожежні сповіщувачі	85
3.9. Інтелектуальні пожежні сповіщувачі	92
<b>Розділ 4. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ПРО ТЕОРІЮ НЕЧІТКИХ МНОЖИН</b>	99
4.1. Коротка історія розвитку теорії нечітких множин і процес її реалізації в техніці	99
4.2. Визначення нечіткої множини	100
4.3. Функції приналежності	102
4.4. Математичні основи нечіткої логіки	103

4.5. Операції над нечіткими множинами	104
4.6. Основи проектування регулятора. Визначення лінгвістичних змінних	106
4.7. Основні етапи проектування нечітких регуляторів	
4.8. Класичний регулятор	112
<b>Розділ 5. РЕАЛІЗАЦІЯ ТЕПЛООВОГО ПОЖЕЖНОГО СПОВІЩУВАЧА З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ</b>	114
5.1. Алгоритми опрацювання інформативних сигналів у сучасних пожежних сповіщувачах	115
5.2. Алгоритмічні засади роботи інтелектуального пожежного сповіщувача	119
5.3. Математична модель теплового пожежного сповіщувача	122
5.4. Синтез нечіткого регулятора для теплового пожежного сповіщувача	124
5.5. Реалізація нечіткого регулятора в програмному середовищі MATLAB	129
5.6. Цифрове моделювання теплового пожежного сповіщувача з регулятором на основі теорії нечіткої логіки	133
<b>Розділ 6. ВИБІР ТА РОЗМІЩЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ</b>	136
6.1. Вибір пожежних сповіщувачів	136
6.1.1. Димові пожежні сповіщувачі	137
6.1.2. Теплові пожежні сповіщувачі	138
6.1.3. Пожежні сповіщувачі полум'я	139
6.1.4. Ручні пожежні сповіщувачі	140
6.2. Розміщення автоматичних пожежних сповіщувачів	140
6.3. Розміщення пожежних сповіщувачів при різних конструкційних перекриттях	145
6.4. Розміщення ручних пожежних сповіщувачів	151
6.5. Вибір та розміщення приладів приймально-контрольних пожежних	151
<b>Розділ 7. ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ СИСТЕМ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ</b>	155
<b>ДОДАТОК А. Прийняття систем протипожежного захисту в експлуатацію</b>	159
<b>ДОДАТОК Б. Технічне обслуговування систем протипожежного захисту</b>	161
<b>ДОДАТОК В. Регламент технічного обслуговування, згідно з ДСТУ-Н SEN/TS 54-14:2009</b>	169
<b>ДОДАТОК С. Системи оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей</b>	171
<b>ЛІТЕРАТУРА</b>	180

### Перелік основних скорочень

СПЗ – система протипожежного захисту  
 СПС – система пожежної сигналізації  
 ПС – пожежний сповіщувач  
 ШПС – шлейф пожежної сигналізації  
 ППКП – пожежний приймально-контрольний прилад  
 СПТС – система передавання тривожних сповіщень  
 СО – система оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей  
 АСУ ТП – автоматична система управління технологічними процесами

### ВСТУП

В умовах стрімкого розвитку науково-технічного прогресу активно зростає пожежне навантаження на різних об'єктах. Це стосується не лише великих виробничих приміщень, а й різного роду адміністративних, житлових будинків та закладів культури. Тому, особливу увагу необхідно приділяти гарантуванню пожежної безпеки цих об'єктів і людей, які там перебувають.

Більшість пожеж пов'язана з людською діяльністю. Переважно вони трапляються: на промислових об'єктах, в закладах торгівлі і громадського харчування, в житлових, адміністративних та культурних закладах. Зрозуміло, що зараз вже не ті часи, коли ціле місто могло згоріти від одного сірника, проте, поява складної техніки, масштабне використання електрики, тільки підвищує пожежонебезпечність. Крім того не слід забувати про такі причини виникнення пожеж як банальне куріння і підпали, які тягнуть за собою як адміністративне, так і кримінальне покарання. Однак, за статистикою більшість пожеж виникає через необережне поводження з вогнем – 55%, несправність електрообладнання і порушення технологічного циклу – 22%.

На сьогодні розвиток науки і техніки сягнув значних висот. XXI століття – це століття гігантських споруд і високих технологій, а значить, і вимоги до пожежної безпеки дуже високі. З однієї сторони увесь цей розвиток цивілізації призводить до збільшення пожежного навантаження і ризику виникнення загоряння, а з іншої сторони, усі надбання в цьому напрямку, можуть бути спрямовані на створення безпечних умов праці і проживання людей. Більшості із пожеж можна було б запобігти, використавши сучасні системи протипожежного захисту [1-10], або їх ще називають “системами пожежної автоматики”.

Система протипожежного захисту (СПЗ) – це комплекс технічних засобів, що змонтований на об'єкті, призначений для виявлення, локалізації та ліквідації пожеж без втручання людини, захисту людей, матеріальних цінностей та довкілля від впливу небезпечних чинників пожежі, проведення пожежно-рятувальних робіт. СПЗ, згідно з нормативним документом ДБН В.2.5-56:2010 [1], поділяються на:

- системи пожежної сигналізації;
- автоматичні системи пожежогасіння;
- системи оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей;
- системи димо- та тепловидалення, підпору повітря;
- системи централізованого пожежного спостереження.

Також до СПЗ належать

- внутрішній протипожежний водопровід;
- пожежні ліфти;
- протипожежні клапани;
- протипожежні двері, ворота та завіси (екрани) тощо.

До систем та устаткування, що не входять до складу СПЗ, але пов'язані із забезпеченням безпеки людей на об'єкті при виникненні пожежі та інших надзвичайних ситуацій, відносяться:

- ліфти, ескалатори, травілатори, що повинні працювати в режимі «пожежа»;
- системи вентиляції та кондиціонування, що відключаються у разі пожежі;
- машини, механізми, устаткування, технологічне обладнання тощо, що мають припинити роботу або змінювати алгоритм роботи в разі пожежі;
- турнікети, двері оснащені системою контролю доступу, які потребують необхідного розблокування в разі пожежі;
- інші системи, що можуть бути задіяні при пожежі та евакуації людей.

У порівнянні з першими зразками минулого століття, сучасна СПЗ має цілий ряд серйозних переваг. Нові технологічні рішення дали змогу на порядок підвищити їх надійність, точність і забезпечити зв'язок між ними для досягнення повного контролю над ситуацією у разі загоряння. Вони стали інтегрованими в інші процеси. Зараз до послуг користувачів представлені сучасні СПЗ, що дає змогу звести ризик виникнення пожежі до мінімуму [11-19], а при її виникненні є можливість швидкої локалізації осередку загоряння.

Однією із складових СПЗ, яка найбільше розповсюджена, є спеціалізовані системи пожежної сигналізації [1-4, 7-11, 14-20], які об'єднують в єдину мережу усі компоненти на об'єкті. При правильній роботі системи пожежної сигналізації, будь-яке загоряння на великому підприємстві, промислового об'єкті або у будинках підвищеної поверховості визначається за лічені секунди. Така швидкість і точність дає змогу не лише запобігти можливій пожежі, але й ідеально організувати за необхідності евакуацію персоналу [12, 13], уникнути паніки.

На якісну роботу систем пожежної сигналізації значно впливає правильність її проектування і монтажу. Під час проектування, монтажу, введення у експлуатацію і технічного обслуговування систем необхідно керуватися вимогами нормативних документів ДБН В.2.5-56:2010 [1] та ДСТУ-Н CEN/TS 54-14 [21]. Крім того існує ряд нормативних документів, де представлені вимоги до елементів системи пожежної сигналізації EN 54 [22-37].

## РОЗДІЛ 1 СИСТЕМИ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

### 1.1. Основні відомості про системи пожежної сигналізації

Основним завданням системи пожежної сигналізації (СПС) є виявлення і повідомлення про пожежу на ранній стадії її розвитку, коли вона ще не встигла досягнути небезпечного рівня. Крім того, вона подає електричні сигнали на вмикання різних СПЗ (автоматичних систем пожежогасіння, системи димовидалення, системи нагнітання повітря тощо) та на зупинку або зміну режиму роботи технологічного обладнання.

СПС – це комплекс технічних засобів, що змонтований на об'єкті, призначений для раннього виявлення пожежі та подавання сигналу тривоги для вживання необхідних заходів (наприклад: евакуація людей; виклик пожежно-рятувальних підрозділів; запуск систем димо- та тепловидалення, підпору повітря, пожежогасіння, управління протипожежними клапанами, протипожежними дверима, воротами та завісами (екранами), відключенням або блокуванням (розблокуванням) інших інженерних систем та устаткування при сигналі «Пожежа» тощо).

*СПС повинні:*

- виявляти ознаки пожежі на ранній стадії;
- передавати тривожні сповіщення до пристроїв передавання пожежної тривоги та попередження про несправність;
- формувати сигнали управління для систем протипожежного захисту та іншого інженерного обладнання, що задіяне при пожежі;
- сигналізувати про виявлену несправність, яка може негативно впливати на нормальну роботу СПС.

СПС повинні формувати імпульс на управління автоматичними системами пожежогасіння та оповіщення про пожежу типу СО4, СО5 при спрацьовуванні не менше двох ПС, які встановлюються в одному приміщенні та контролюють кожну точку поверхні. Розміщувати ПС при цьому необхідно на відстані не більшій за половину нормативної відстані між сповіщувачами, згідно з ДСТУ-Н CEN/TS 54-14 [21].

Формування сигналів управління систем димо- та тепловидалення, підпору повітря, оповіщення про пожежу типів СО1 - СО3, хибне спрацьовування якого не може призвести до зниження рівня безпеки людей при спрацьованні технологічного, електротехнічного та іншого обладнання, яке блокується СПС, допускається здійснювати від спрацьовування одного пожежного сповіщувача (п.6.2.28 ДБН В.2.5-56:2010 [1]).

*СПС не повинні:*

- реагувати на несприятливий вплив інших систем, незалежно від того, з'єднані вони з ними чи ні;

б) виходити з ладу (частково або повністю) через вплив на них вогню або явища, для виявлення якого вони призначені, до того як вогонь чи це явище було виявлене.

в) реагувати на інші явища, не пов'язані з виявленням пожежі.

За функціональними можливостями СПС можна умовно поділити на:

- неадресні порогові системи;
- адресні порогові системи;
- адресно-аналогові системи.

У *неадресній пороговій (дискретній) системі* пожежний сповіщувач (ПС) не має точної адреси і у разі виникнення пожежі приймально-контрольний прилад видає інформацію лише про номер шлейфа пожежної сигналізації (ШПС), до якого він приєднаний разом з іншими сповіщувачами. Оскільки шлейф може охоплювати декілька приміщень, місце виникнення пожежі виявляє черговий персонал під час перевірки. В цій системі пороговий ПС спрацьовує тоді, коли контрольована ознака пожежі в приміщенні досягне якогось заданого порогового значення. До цього моменту система не реагує на зміни ознак пожежі, тобто вона не володіє ніякою інформацією, що відбувається на об'єкті. Отже, до недоліків такої системи можна віднести: низьку інформативність (в тому числі відсутність інформації про несправність сповіщувача); високу ймовірність помилкових спрацювань; велику вартість монтажу і технічного обслуговування; обмежені можливості з керування обладнанням СПЗ. По суті, єдиною перевагою неадресних порогових систем є тільки дешевизна обладнання.

*Адресні порогові СПС* кращі ніж неадресні, хоча б завдяки досконалішому алгоритму роботи. Вони дозволяють визначити не тільки зону, але і точну адресу сповіщувача, що спрацював. При спрацюванні сповіщувача, він передає по шлейфу адресу в послідовному коді, яка відображається на дисплеї пожежно приймально-контрольного приладу (ППКП). Вони бувають *неопитувальні та опитувальні*. У *неопитувальних адресних порогових системах* зберігається основний недолік, властивий всім неадресним пороговим системам: відсутність контролю працездатності ПС. У таких системах, як і в неадресних порогових, використовується функція розриву шлейфу при відключенні сповіщувача. При цьому ППКП відображає несправність (обрив) шлейфу і не фіксує адресу знятого сповіщувача.

У *опитувальних адресних порогових СПС* [38] кожен сповіщувач, перше, має конкретну адресу і можна точно визначити, де конкретно відбулося загорання і вжити заходи ще на ранній стадії загорання (або взагалі не допустити її), а по-друге, регулярно опитується контрольною панеллю (наприклад, на працездатність). Однак, як і в неадресній пороговій системі, сповіщувач, лише фіксує значення параметра, тобто спрацьовує, коли ознака пожежі в контрольованому приміщенні досягне порогового значення.

У опитувальних адресних СПС може використовуватися довільний вид шлейфу: кільцевий, радіальний, комбінований і не потрібно ніяких кінцевих елементів в шлейфі. У таких системах наявність сповіщувача підтверджується сигналом, який він посилає на запити ППКП (не рідше 5 – 10 с). Якщо ППКП при черговому запиті не отримує сигналу від сповіщувача його адреса відображається з відповідним повідомленням. В цьому випадку відпадає необхідність використання функції розриву шлейфу і при відключенні одного сповіщувача зберігається працездатність решти всіх сповіщувачів.

Сучасна адресна СПС уже дозволяє не тільки з точністю визначити конкретне місце займання, сповістивши чергового і весь персонал про необхідні дії, але і звести до мінімуму ймовірність помилкового спрацювання пожежної сигналізації, завдяки: складнішому алгоритму обробки сигналів, автокомпенсації зміни чутливості в процесі експлуатації і формування сигналу "Технічне обслуговування" при запиленні димової камери. Ця, на перший погляд, незначна перевага, насправді є визначальною при оцінці ефективності роботи системи. Помилкові спрацювання сигналізації на практиці через недосконалість протипожежних систем та розробленого проекту, неякісний монтаж, неправильну експлуатацію і технічне обслуговування і т.ін. нерідко призводять до значних матеріальних втрат, внаслідок порушення режиму функціонування будівлі. Як наслідок, виникає недовіра до системи, що призводить до випадків ігнорування сигналу тривоги від неї навіть у випадку реальної безпеки. Тому важливо, щоб проектувальники, монтувальники, користувачі та власники системи робили усе можливе для виключення помилкових спрацювань.

Особливо актуальним є використання адресної сигналізації в більш-менш великих будинках, наприклад, бізнес-центрах, висотних будинках, на великих підприємствах і т.ін., оскільки час на пошук джерела загорання є дуже малим.

Найбільш досконалими, "живучими" і точнішими в наш час є *адресно-аналогові системи* або їх ще називають адресно-аналоговими цифровими системами [11, 14-16, 19, 39-42], які об'єднані з загальною СПЗ. Ці системи не лише дозволяють за адресою ПС, що спрацював, визначити місце займання і спрацьовують, коли ознака пожежі досягне порогового значення, але в реальному масштабі часу збирають, обробляють, зберігають значення контрольованих ознак пожежі в приміщеннях, видають повідомлення про їх зміну, тобто система весь час володіє інформацією про стан контрольованого середовища на об'єкті.

До основних переваг адресно-аналогових систем можна віднести:

- високу чутливість та можливість її зміни;
- велику "живучість";
- постійний динамічний контроль всіх сповіщувачів;

- гнучкість налаштувань;
- можливість монтажу великого числа сповіщувачів в одній системі;
- відсутність помилкових тривог;
- малі витрати на обслуговування;
- можливість інтеграції в автоматичні системи управління технологічними процесами (АСУ ТП) будівлі.

Вже цього цілком достатньо, щоб проілюструвати переваги адресно-аналогових систем. Тенденція витіснення традиційної порогової СПС, адресно-аналоговими системами, спостерігається у всьому світі, зокрема і в нашій країні.

Основною перевагою адресно-аналогових систем є виявлення пожежі на ранній стадії її розвитку. Порогові адресні і тим більше неадресні системи за цим параметром не витримують з адресно-аналоговими системами жодної конкуренції. Завдяки кільцевій архітектурі шлейфу і захисту від коротких замикань, адресно-аналогові СПС досить “живучі” і стійкі. Крім того, ці системи дозволяють звести до абсолютного мінімуму ймовірність їх помилкового спрацювання.

Для великих будівель, підприємств дуже важливим є те, що можна об'єднати відразу декілька адресно-аналогових систем, і, крім того, за необхідності підключати неадресні підшлейфи. Така гнучкість дає можливість монтажу цієї системи практично в будь-якому типі будівлі. Особливо варто підкреслити широку можливість налаштувань таких СПС під конкретні умови, наприклад, змінювати порогову чутливість сповіщувачів щодо температури або задимлення. Якщо додати до усього вище переліченого високу надійність і мінімум витрат на обслуговування – переваги таких систем будуть очевидні. До недоліків системи можна віднести велику вартість обладнання і потребу у висококваліфікованих працівниках.

## 1.2. Адресно-аналогові системи пожежної сигналізації

Світовий ринок адресно-аналогових СПС має стійку тенденцію до зростання. Їх частка в загальному об'ємі виробництва впевнено наближається до 70%. І тут на перший план виходить постійне вдосконалення ефективності системи виявлення загоряння: ще швидше виявити, ще краще ідентифікувати місце займання і ще простіше обслужити систему. Ці системи, як уже зазначалося, забезпечують високий рівень захисту об'єкта.

Можливості адресно-аналогових систем практично необмежені [11, 15, 18, 19, 39, 26]. Це зокрема адаптація до кожного приміщення (наприклад, зміна чутливості ПС залежно від умов експлуатації), автоматичне навчання, використання теорії розпізнавання і т.ін. Система формує попередні сигнали про підозру виникнення пожежонебезпечної ситуації задовго до спрацювання порогового ПС. Переваги подібних систем очевидні: є можливість виявити і ліквідувати джерело загоряння на ранній ста-

дії, коли ще не потрібна евакуація людей і пожежу можна легко ліквідувати підручними засобами, наприклад, склянкою води або побутовим вогнегасником. При цьому мінімізується як матеріальний збиток, так і витрати, пов'язані з евакуацією людей, перериванням виробничого процесу і власне з гасінням пожежі, оскільки під час гасіння пожежі відкритий осередок вогню заливається тоннами води, одночасно затоплюючи усі приміщення, які розташовані нижче за зону загоряння. За статистикою на деяких об'єктах збитки від такого пожежогасіння в декілька разів перевищують збитки від самої пожежі, а це – величезні матеріальні втрати. Додамо до цього, що можливості пожежних машин з пожежними рукавами та автодрабинами обмежені. Для гасіння пожежі і евакуації людей у висотних будинках залишаються тільки пожежні гелікоптери. Тому такі будинки обладнуються лише адресно-аналоговими системами.

Адресно-аналогові системи дають змогу в автоматичному режимі спрогнозувати терміни технічного обслуговування, тобто контрольний прилад компенсує повільну зміну рівня сигналів, які він одержує від кожного сповіщувача, і з урахуванням границі діапазону компенсації і часу експлуатації, автоматично обчислює і виводить на дисплей контрольного приладу прогнозовану дату технічного обслуговування. Ці системи мають перевагу не тільки в швидкості виявлення, ідентифікації місця займання і простішому обслуговуванні, але і стійкі до несправності в схемі електричних з'єднань (причому використання однієї пари провідників дозволяє включати в систему до 198 різних пристроїв: автоматичних і ручних ПС, модулів контролю і управління, сирен і інших). Це значно знижує витрати на кабель і монтаж на великих об'єктах.

В адресно-аналогових системах адресно-аналоговий ПС не лише фіксує перевищення порогового значення контрольованого параметра, а й сам виступає приладом, який здійснює вимірювання цього параметра. Саме вони контролюють в динамічному режимі, в реальному масштабі часу значення параметрів стану середовища у контрольованому приміщенні, негайно, за лічені секунди, виявляють зміну температури або задимленості і видають черговому персоналу застережливий сигнал. Це дає змогу відстежувати динаміку розвитку пожежі доти, поки ПС та ШПС не вийде з ладу внаслідок дії вогню.

Слід відмітити, що адресно-аналогові системи можуть бути побудовані за двома варіантами роботи.

Перший варіант: адресно-аналоговий ПС передає поточні значення параметрів стану середовища, що контролюється на адресно-аналоговий ППКП [14, 15, 18, 19, 42], де вони обробляються згідно заданого алгоритму в реальному масштабі часу і уже ППКП формує сигнал “Пожежа”, “Несправність” і т.п. Адресно-аналоговий ППКП має великі можливості щодо накопичення і обробки інформації, практично, як персональний комп'ютер. Сучасний адресно-аналоговий ППКП – це спеціалізований комп'ютерний комплекс, який дозволяє контролювати цілий набір пара-

метрів, оцінювати стан об'єкта за декількома ПС, що знаходяться в одному або різних приміщеннях, змінювати чутливість ПС залежно від умов експлуатації і часу роботи (режими день/ніч, робочий день/вихідний).

Другий варіант: адресно-аналоговий ПС не лише вимірює поточні значення параметрів стану середовища в реальному масштабі часу, але й зберігає їх, обробляє згідно заданого алгоритму і уже передає сигнал про пожежу на ППКП, який здійснює керування СПЗ (вмикає систему оповіщення, пожежогасіння тощо). Це дає змогу значно спростити структуру алгоритму роботи самого ППКП та системи в цілому, куди може входити декілька десятків ППКП і, тим самим, збільшити живучість цієї системи. Уже адресно-аналоговий ПС – це міні-комп'ютер, який виконує функції адресно-аналогового ППКП. Отже, функції ПС та ППКП змінюються.

У адресно-аналогових системах в більшості випадків використовують двопровідні ШПС, які підключаються до адресно-аналогових ППКП кільцевим або радіальним способом (рис. 1.1) [16]. Причому, в одному шлейфі ставляться: адресно-аналогові сповіщувачі; адресні порогові сповіщувачі; адресні ручні сповіщувачі; адресні модулі управління та контролю СПЗ і інженерними системами, ізолятори короткого замикання, завдяки чому система стає набагато стійкішою до відмов. Крім того, за необхідності можна підключати і неадресні ПС. Адресно-аналоговий ППКП забезпечує електроживленням усі пристрої, підключені до системи і обмінюється інформацією з ними по одній і тій же парі провідників (рис. 1.1).

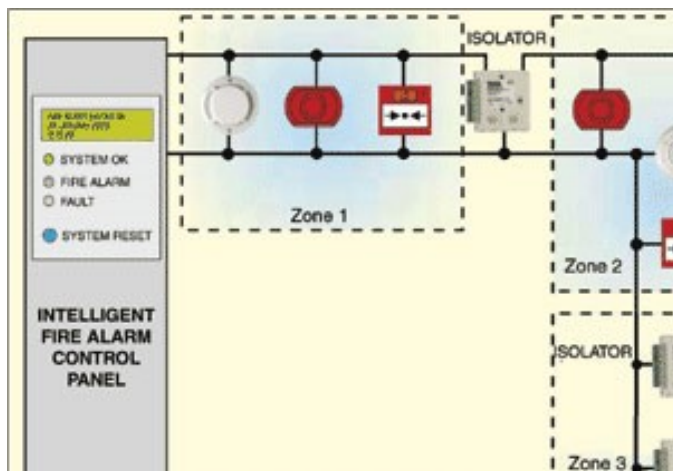


Рис. 1.1. Спрощена структура кільцевого шлейфа адресно-аналогової системи

Кільцевий шлейф підключається до виходу і до входу адресно-аналогового ППКП. Якщо відбудеться обрив шлейфа, то кільцевий шлейф перетвориться в два радіальних і система зберігає повну працездатність, одночасно відображаючи інформацію про місце виникнення несправності (рис. 1.2).

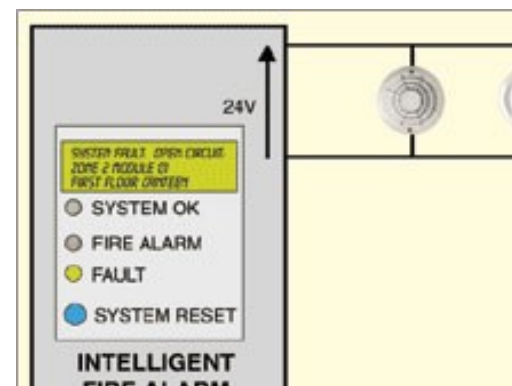


Рис. 1.2. Структура кільцевого шлейфа при його обриві

Якщо відбувається коротке замикання шлейфа, то найближчі до цього місця ізолятори (електронні ключі) з обох боків автоматично відключають несправну ділянку (рис. 1.3). Таким чином, виключаються тільки пристрої, розташовані між сусідніми ізоляторами. Ізолятори вбудовуються в модулі, в бази сповіщувачів, в ручні сповіщувачі.

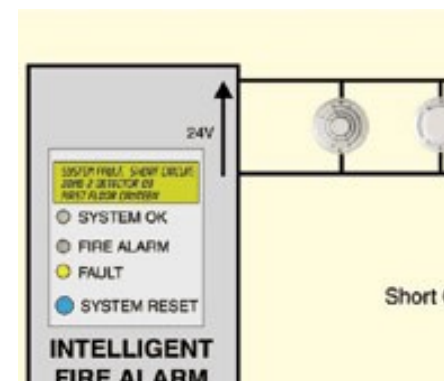


Рис. 1.3. Структура кільцевого шлейфа при короткому замиканні

При застосуванні адресно-аналогових СПС, перевага надається двопровідним ПС з напругою живлення 24 В. Це пояснюється тим, що ефективна робота чотирипровідних ПС на 12 В значною мірою залежить від довжини шлейфу. Сума струмів в черговому режимі і струму при спрацюванні хоча б одного ПС, який намагається перейти в режим "Пожежа", приведуть до спаду напруги на них до 4 В. Напруги, що залишилася, буде явно недостатньо для забезпечення нормальної роботи сповіщувачів. ПС вимкнеться, не встигнувши перейти в режим "Пожежа". Крім того, жоден такий сповіщувач з чотириконтактною базою не можна використовувати в системах пожежної сигналізації, оскільки вилучення будь-якого ПС, згідно з ДСТУ EN 54-2 [23], повинно відобразитися на адресно-аналоговому ППКП як "Несправність". Ми ж маємо стан "Пожежа" – у випадку з нормально замкнутим контактом або повне ігнорування факту вилучення.

Кожен пристрій, підключений до шлейфу, має свою власну "адресу". Прилад обмінюється інформацією з кожним пристроєм по черзі в порядку збільшення адрес. Методи обміну даними по кільцевому шлейфу сигналізації розрізняються залежно від використовуваної серії адресно-аналогових ПС, проте зазвичай передача даних здійснюється зміною напруги щодо рівня 24 В. Ця зміна може відбуватися у бік збільшення або зменшення напруги, залежно від використовуваного протоколу обміну даними. Оскільки різні виробники адресно-аналогових ПС використовують різні протоколи обміну даними, необхідно враховувати сумісність роботи сповіщувачів з вибраним адресно-аналоговим ППКП.

За один період опитування панель опитує по черзі всі пристрої, підключені до адресно-аналогового шлейфу і у відповідь отримує нову інформацію про рівень контрольованого параметра в місці розміщення адресно-аналогових ПС, про стан пристроїв та підключених до них шлейфів і так далі. При зміні ситуації на об'єкті запускається відповідна програма керування пожежною автоматикою і інженерними системами, формуються відповідні повідомлення.

Одна з переваг адресно-аналогових систем – це формування сигналу "Попередження" при порівняно невеликих відхиленнях від нормальних умов в будь-якій зоні об'єкта, що захищається. Режим "Попередження" дає можливість черговому персоналу до включення сигналів оповіщення візуально перевірити виникнення пожежонебезпечної ситуації, тобто чи цей сигнал не викликаний, наприклад, парою або пилом від ремонтних робіт. У цьому режимі, на відміну від режиму "Пожежа", зазвичай задається мерехтливий режим роботи індикаторних світлодіодів, а вихід сповіщувача з режиму "Попередження" при відновленні нормальних умов відбувається автоматично.

Сигнал "Попередження" дозволяє уникнути непотрібних незручностей і витрат на евакуацію людей з будівлі через помилковий сигнал тривоги. Наявність цієї функції робить вирішальним вибір на користь адресно-

аналогової системи при виборі захисту об'єктів з великим скупченням людей, таких як торгові і розважальні центри, спортивні арени, кінотеатри, театри, інші місця, де можливе виникнення паніки в критичній ситуації.

Розглянемо принципи роботи адресно-аналогових СПС на прикладі системи компанії System Sensor (рис. 1.4). Виділимо характерні особливості і переваги такої адресно-аналогової СПС.

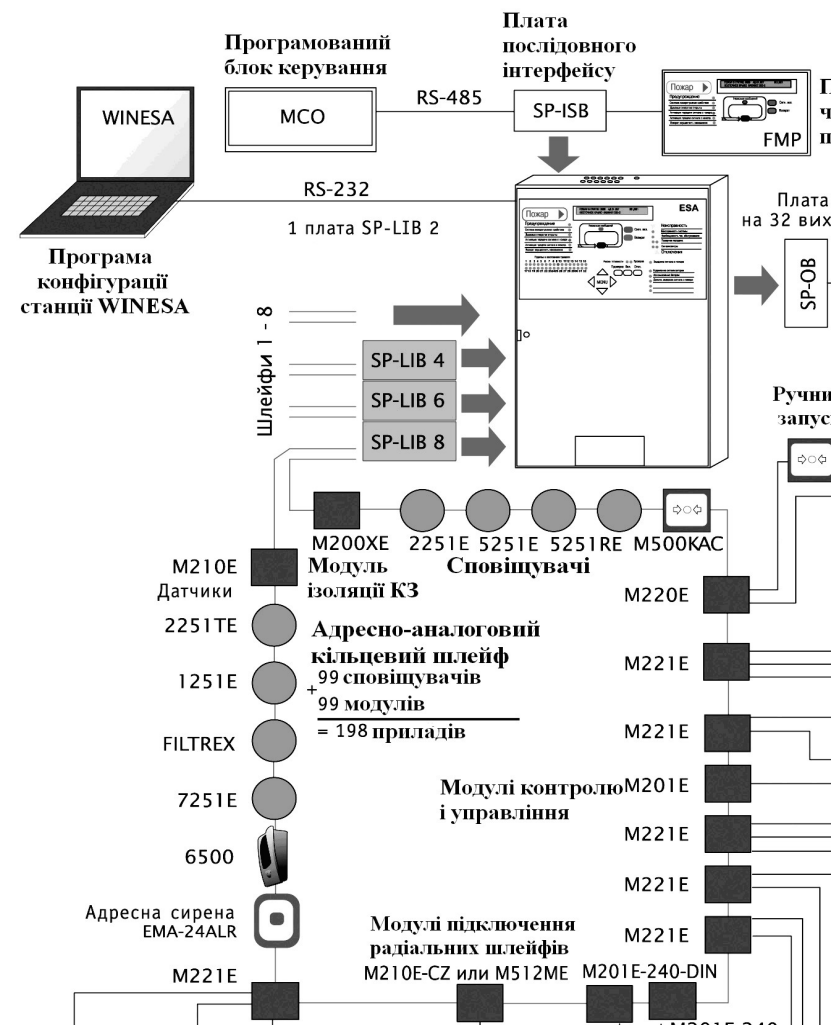


Рис. 1.4. Адресно-аналогова СПС компанії System Sensor



*Неперервний динамічний контроль* всіх адресних пристроїв, які відстежують швидкість зміни параметрів задимлення, температури, стану пристроїв пожежної автоматики. На підставі отриманих даних ППКП, комбінуючи дані, отримані з різних приміщень і усереднюючи декілька послідовних результатів, проводить оперативний аналіз контрольованих параметрів в кожному приміщенні. Наприклад: три останні значення виміряної температури тепловим ПС були такими: 20 град, 20 град, 80 град. Причому стрибок температури був викликаний наведенням електромагнітних полів в мережі. У разі порогової системи, спрацював би ПС і при спрацьовуванні двох ПС, які контролюють одне і те ж приміщення, влючилася б система пожежогасіння і відбувся б випуск дорогого газу або порошку. У адресно-аналоговій СПС ситуація інша: режим усереднювання трьох останніх показників ( $20 + 20 + 80 = 120/3 = 40$  град) показує, що сповіщувач знаходиться в стані несправності, а не пожежі. І лише наступний пік в послідовних вимірюваннях свідчатиме про пожежу. Таким чином, наявність сукупності результатів вимірювань величини контрольованого параметра дозволяє інтегрувати одиничні викиди або ідентифікувати їх як недостовірні. Це значно підвищує завадостійкість системи і дозволяє здійснювати оперативний контроль пожежного стану об'єкта.

*Аналоговий принцип опитування компонентів шлейфа і ППКП.* Всі компоненти шлейфа: сповіщувача, модулі контролю і управління, оповіщувачі, мають свої адреси. ППКП передає по шлейфу послідовні коди адрес сповіщувачів, набір імпульсів - логічні 0 і 1, і приймає коди значень параметрів, які контролюються сповіщувачами. Саме цей принцип опитування ППКП і ПС додає "аналоговості" адресно-аналоговим СПС.

Маючи в своєму розпорядженні сукупність результатів вимірювань, ППКП проводить аналіз їх зміни в часі, наприклад, обчислює похідну зміни температури, і, таким чином, визначає швидкість її збільшення. Це простий приклад, а в адресно-аналоговому ППКП використовуються складні алгоритми обробки інформації, що забезпечують раннє виявлення займання за відсутності помилкових спрацьовувань.

На підставі комплексного аналізу, ППКП ухвалює рішення про стан об'єкта: "Очікування", "Несправність", "Технічне обслуговування" або "Пожежа"; влючає системи автоматичного пожежогасіння і контролює їх влючення; проводить оповіщення про пожежу будь-якого рівня і т.п. Всі зміни стану системи відображаються на дисплеї ППКП у вигляді докладних текстових повідомлень.

Існує *величезний спектр адресно-аналогових ПС*, що дозволяють оперативно оцінити пожежний стан об'єкта: димовий оптико-електронний (2251 ЕМ), тепловий максимально-диференціальний (5251 REM), тепловий пороговий (5251 НТЕМ), комбінований (2251 ТЕМ), лазерний для особливо чистих приміщень (LZR), оптичний димовий для запиленних

приміщень (FTX-P1), димовий оптико-електронний в іскробезпечному виконанні (2251 ЕІS), а також ручний (M500 КАС) і ручний в іскробезпечному виконанні (серія WR) і т.д.

*Можливість зміни чутливості СП* - одна з найважливіших переваг адресно-аналогової СПС. Порогові значення параметрів і швидкість їх зміни можуть бути змінені як в меншу, так і в більшу сторону, що дає змогу управляти пожежною обстановкою на об'єкті залежно від особливостей контрольованих приміщень, пов'язаних з їх функціональним призначенням (підвищена температура, чисте і запилене приміщення, особливості вентиляції і т.д.).

Крім того, існує можливість встановлення порогового значення, для кожного сповіщувача, не тільки для рівня "Пожежа", але і проміжного порогового значення "Попередження", що дає змогу виявляти вогнища займання на ранніх стадіях і прискорювати процес локалізації і гасіння.

*Конфігурація (програмування) системи* дає додаткові можливості: встановлення певних алгоритмів роботи залежно від вимог об'єкта, довільне розбиття на групи, зміну чутливості ПС, текстове описування ПС і модулів, логіку управління зовнішніми пристроями і автоматичними засобами пожежогасіння, димовидалення, оповіщення і т.д. Треба відзначити, що для ряду ППКП можна і не програмувати адресно-аналоговий ППКП – в цьому випадку діятиме режим заводської конфігурації, і ППКП при влюченні сам знайде всі компоненти шлейфу, розіб'є на групи і почне працювати. Цей варіант підходить для багатьох інсталяцій – при будь-яких змінах об'єкта – треба лише вимкнути і знову увімкнути ППКП.

*Можливість підключення неадресного підшлейфа* з пороговими неадресними ПС за допомогою відповідного модуля. Це економічне рішення, що дає змогу організувати пожежний захист, наприклад, великого залу або складу.

*Гнучке підключення систем пожежної автоматики*, що влючаються безпосередньо в кільцевий шлейф сигналізації. Причому застосування адресних модулів контролю і управління останнього покоління System Sensor дає змогу реалізувати в одному модулі функції контролю і управління, всі модулі оснащені вбудованим локалізатором короткого замикання. Це дає змогу, наприклад, в адресно-аналогових ППКП ESA (ESMI, Фінляндія) здійснювати управління до 32 напрямів пожежогасіння, причому з реалізацією логіки управління пуску газу з різних балонів, а також забезпечити логічну взаємодію систем пожежної автоматики за заданою програмою без участі людини.

*Можливість об'єднання декількох адресно-аналогових ППКП в єдину систему* за допомогою концентратора, що особливо актуальне при оснащенні і експлуатації великих об'єктів.

*Можливість інтеграції системи в АСУ ТП будівлі*, наприклад, в систему відеоспостереження, охорони, оповіщення і контролю доступу.

### 1.3. Радіоканальні адресно-аналогові системи пожежної сигналізації

Значним недоліком СПС є використання шлейфів, як основного джерела помилкових спрацювань сигналізації. Понад 70% помилкових тривог викликано наведеними завадами в шлейфі від силових дротів і кабелів. Слід відмітити також негативний вплив блискавки на роботу усієї адресно-аналогової СПС. Багатошлейфний адресно-аналоговий ППКП охоплює велику площу, отже, ми маємо довгі шлейфи. Довгий шлейф можна розглядати як антену, і при ударі блискавки в об'єкт або біля нього, в шлейфі наводиться значний струм, який призводить до виходу з ладу обладнання. Тому перспективною їх заміни можна вважати використання безпроводникових технологій, а саме безпроводникових (радіоканальних) СПС (рис. 1.5) [43, 44].

Безпроводникові адресно-аналогові СПС мають свої особливості: прилади радіосистеми працюють в діалоговому режимі; система працює на десятках радіоканалів в декількох діапазонах; у разі виникнення завад відбувається перехід на резервні радіоканали з застосуванням спеціальних алгоритмів. Вони не лише надійно захищені від завад, але і забезпечують більшу надійність роботи, ніж провідникові системи.

Для своєчасної і безпечної евакуації людей необхідно безперервно отримувати інформацію про динаміку розвитку пожежі на об'єкті. Провідникові системи можуть вийти з ладу ще на початковій стадії пожежі через перегорання шлейфів або вибух. На відміну від них, радіосистеми здатні працювати доти поки функціонує хоча б один сповіщувач. Завдяки безпроводниковому зв'язку між усіма ПС система здатна контролювати динаміку розвитку пожежі і оперативно управляти евакуацією людей.

Висока швидкодія і простота монтажу (відсутність необхідності прокладання шлейфів) пояснює швидкі темпи впровадження на об'єктах значної кількості радіоканальних систем, що мають в своєму складі безпроводникові ПС. В умовах поширення небезпечних чинників пожежі професійні безпроводникові адресно-аналогові СПС з двостороннім протоколом обміну за надійністю і живучістю значно перевершують провідникові СПС.

Яскравим прикладом безпроводникової СПС є радіосистема «Стрілець» [44] іноземного виробництва. Місткість системи – 512 адресно-аналогових сповіщувачів і 256 приладів управління. Вона характеризується такими особливостями:

- висока завадостійкість системи: двосторонній протокол обміну між всіма радіопристроями «Аргус-Діалог»;
- 10 радіочастотних каналів передачі (з автоматичним і ручним вибором); автоматичний вибір резервного каналу передачі (вільного від перешкод);

- до 400 радіопристроїв, що знаходяться в зоні взаємної радіовидимості на одному радіочастотному каналі передачі;
- можливість побудови повноцінної адресної пожежної радіосистеми;
- програмований період передачі контрольних радіосигналів від 12 с до 2 хв;
- криптографічний захист сигналів з механізмом динамічної аутентифікації;
- мікросільникова топологія радіосистеми.

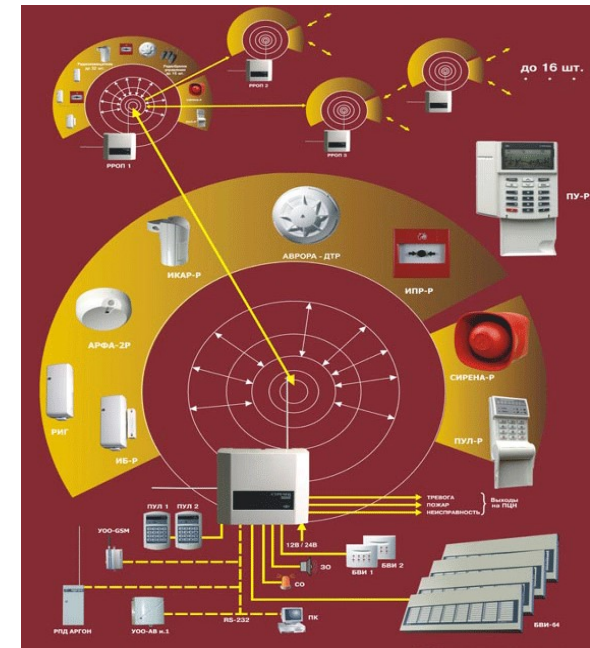


Рис. 1.5. Радіосистемна сигналізація «Стрілець»

Ще одним із прикладів безпроводникової СПС є радіоканальна система компанії System Sensor (рис. 1.6). Вона складається з комбінованих димових-теплових ПС 2100RFE, ручних ПС MСPRFE і радіоканального ППКП M400RFE. Автоматичний ПС 2100RFE контролює наявність пожежонебезпечної ситуації, рівень чутливості, рівень запилення димової камери, напругу живлення, наявність зв'язку і т.д. Режим роботи сповіщувача відображається вбудованим світлодіодним індикатором. Ручні радіосповіщувачі MСPRFE побудовані на базі традиційних ручних сповіщувачів серії MСР. Живляться ПС від літєвих батарей.



**Рис. 1.6.** Безпроводникова СПС компанії System Sensor

Сповісвачі мають дві групи адрес, по 16 адрес в кожній групі. Система є адресною опитувальною з контролем працездатності кожного сповісвача, стану джерела живлення, наявністю зв'язку і т.д.

У системі використовується двонаправлений зв'язок на частоті 434 мГц, з використанням 20 каналів через 75 кГц. Автоматично здійснюється моніторинг радіозв'язку, вибираються канали з якнайкращим проходженням сигналів. Приймально-контрольний прилад М400RFE живиться від мережі змінної напруги 220 В, при відключенні мережевого живлення автоматично включається вбудоване джерело резервного живлення. ППКП може максимально контролювати до 16 автоматичних/ручних ПС, в кожній з двох груп.

У радіоканальному ППКП встановлені 32 червоних світлодіоди (дві групи 1-16 і 17-32), кожен з яких відображає сигнал "Пожежа" від ПС з відповідною адресою, що дає змогу легко визначити місце займання. Два червоні світлодіоди відображають наявність диму і підвищеної температури. Вісім жовтих світлодіодів призначено для відображення стану сповісвача: втручання, зниження чутливості, збій аналого-цифрового перетворення, зниження температури до межі робочого діапазону, заповнення димової камери, порушення зв'язку, низька напруга батареї, заміна батареї. Режим роботи ППКП М400RFE відображається зеленим світлодіодом; наявність живлення приладу – двома жовтими світлодіодами: пониження напруги живлення і відмова приймача/передавача.

Програмування і управління роботою радіоканального ППКП М400RFE забезпечується при використанні семи кнопок. Два реле "Пожежа" формують сигнали при активізації сповісвачів з адресами 01 – 16 і 17 – 32. Два реле "Несправність" також формують сигнали при появі несправності сповісвачів з адресами 01 – 16 і 17 – 32.

Радіоканальною ППКП М400RFE підключається до традиційного ППКП за допомогою релейних виходів "Пожежа 1", "Пожежа 2", "Несправність 1", "Несправність 2" з повною групою контактів. Крім того,

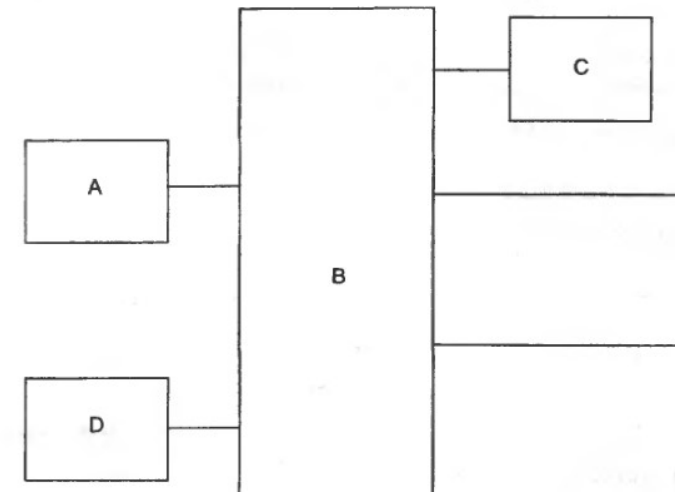
вся інформація про стан контрольованого об'єкту і системи передається по інтерфейсу RS232.

Наявність двох роздільних груп адресів сповісвачів з входами на два реле "Пожежа" дозволяє їх використовувати в одній зоні для формування сигналів на запуск автоматичних систем пожежогасінні або димовидалення.

Використання безпроводникових адресно-аналогових СПС з інтелектуальними багатоканальними ПС (наприклад, 2251CTLE, який об'єднує чотири незалежні канали виявлення, постійно контролює завади, знижує рівень хибних спрацювань, забезпечує високу чутливість до пожежі) дозволяє забезпечити високу точність, чутливість, надійність та працездатність системи в цілому.

#### 1.4. Структура системи пожежної сигналізації

Структуру СПС, згідно з ДСТУ EN 54-1:2003 [22], показано на рис. 1.5. Тут слід зазначити, що є відмінність між деякими визначеннями наведеними в ДБН В.2.5-56:2010 [1] та ДСТУ EN 54-1:2003 [22].



**Рис. 1.5.** Структура системи пожежної сигналізації:

A – пожежний сповісвач; B – пожежний приймально-контрольний прилад;  
 C – пожежний оповісвач; D – ручний пожежний сповісвач; E – пристрій передавання пожежної тривоги; F – пульт централізованого пожежного спостереження; J – пристрій передавання попередження про несправність; K – пульт приймання попередження про несправність; G – пожежний пристрій керування автоматичними засобами протипожежного захисту; H – автоматичний засіб протипожежного захисту;  
 L – устаткування електроживлення.

*Пожежний сповіщувач (fire detector)* – це компонент системи виявлення пожежі, що містить, принаймні один чутливий елемент, який постійно або періодично з малими заданими інтервалами часу контролює, принаймні, одне фізичне або хімічне явище, яке асоціюється з пожежею, та видає, принаймні, один відповідний сигнал на ППКП.

*Примітка 1.* Рішення про видавання сигналу про пожежу або про вмикання автоматичних засоби протипожежного захисту може прийматися як самим сповіщувачем, так і іншим компонентом системи, наприклад, ППКП.

*Примітка 2.* Крім наведених у переліку сповіщувачів та їх можливих комбінацій можна також застосувати сповіщувачі інших типів.

*Ручний пожежний сповіщувач (manual call point)* – це компонент СПС, призначений для подавання сигналу тривоги вручну.

*Пожежний приймально-контрольний прилад (control and indicating equipment)* – це компонент СПС, який призначений для електричного живлення інших компонентів системи та:

а) використовують:

- для приймання сигналів від підімкнених у систему сповіщувачів;
- для оброблення отриманих сигналів від сповіщувачів (визначання відповідності одержуваних сигналів режиму роботи системи (“Тривога”, “Попередження”, “Несправність”, “Норма” тощо));
- для індикації будь-якого стану системи звуковими та візуальними засобами,
- для індикації місця небезпеки;
- для записування будь-якої інформації;

б) використовують для моніторингу правильного функціонування системи та видавання попередження звуковими та візуальними сигналами про будь-які несправності (наприклад, про коротке замикання, обрив у лінії або несправність джерела живлення);

в) за необхідності може бути здатний до передавання сигналу про пожежну тривогу, наприклад:

- на звукові чи світлові пожежні оповіщувачі;
- через пристрій передавання сигналу про пожежу на пульт центрального пожежного спостереження;
- через пожежний пристрій керування автоматичними засобами протипожежного захисту на запуск автоматичних систем пожежогасіння, димо- та тепловидалення і підпору повітря тощо.

*Пожежний оповіщувач (fire alarm device)* – це компонент СПС, що не входить до складу ППКП і призначений, щоб повідомляти населення про пожежу (наприклад, звуковий чи світловий пристрій оповіщення).

*Пристрій передавання пожежної тривоги (fire alarm muting equipment)*

– це проміжне устаткування, що забезпечує передавання тривожного сигналу від ППКП на пульт централізованого пожежного спостереження.

*Пульт централізованого пожежного спостереження (ara alarm receiving station)* – це пульт з якого у будь-який момент можуть бути активізовані необхідні системи захисту чи протипожежні заходи.

*Пожежний пристрій керування автоматичними засобами протипожежного захисту (control for automatic fire protection equipment)* – це автоматичний пристрій, призначений для приведення у дію автоматичних засобів протипожежного захисту після одержання відповідного сигналу від ППКП.

*Автоматичний засіб протипожежного захисту (automatic fire projection equipment)* – це устаткування, що вмикається автоматично, для локалізування або гасіння пожежі, наприклад, системи пожежогасіння.

*Пристрій передавання попередження про несправність (fault warning routing equipment)* – це проміжне устаткування, що забезпечує передавання сигналу про несправність від ППКП на пульт приймання сигналів про несправність

*Пульт приймання попередження про несправність (fault warning receiving station)* – це пульт, з якого можна здійснювати відповідні заходи для усунення несправності

*Устаткування електроживлення (power supply equipment)* – це компонент СПС, що забезпечує живлення ППКП та тих компонентів системи, які живляться від ППКП. До устаткування електроживлення належать різні джерела (наприклад, загальна електромережа та резервні джерела живлення).

*З'єднувальні елементи (connecting elements)* – це усі елементи, що формують зв'язок між різними компонентами СПС.

## 1.5. Вимоги до електропостачання системи пожежної сигналізації

За ступенем забезпечення надійності електропостачання електроприймачі СПС належить відносити до I категорії згідно з ПУЕ, крім випадків, обумовлених нормативними документами п.4.11 ДБНВ.2.5-56:2010 [1], що передбачає забезпечення електропостачання від двох незалежних взаємно резервованих джерел живлення: основного і резервного. Вихідна потужність блока електроживлення (устаткування електроживлення) має забезпечувати максимальне розрахункове навантаження систем.

Якщо основне джерело електроживлення працездатне, то його треба використовувати винятково як джерело електроживлення СПС, за винятком струму, споживання якого пов'язане з контролюванням стану акумуляторної батареї. У випадку відмови основного джерела електроживлення блок живлення має автоматично перемикається на резервне. Після

відновлення роботи основного джерела електроживлення має відбуватися автоматичне перемикання назад.

У разі живлення від резервного джерела електроживлення блок електроживлення повинен функціонувати відповідно до наведених виробником технічних характеристик незалежно від стану основного джерела живлення.

Якщо блок електроживлення входить до складу устаткування СПС, то його перемикання з одного джерела електроживлення на інше не має супроводжуватися ніякими іншими змінами стану або індикації системи крім тих, які стосуються електропостачання. Якщо ж блок електроживлення виконано окремо від устаткування СПС, а перемикання з одного джерела електроживлення на інше супроводжується перериванням електропостачання, тривалість такого переривання має бути зазначена в документації виробника.

Відмова одного з джерел електроживлення не має призводити до відмови будь-якого іншого джерела електроживлення або до відмови електроживлення цієї системи. Кожне джерело електроживлення має забезпечувати живлення тих компонентів СПС, для яких воно призначене.

#### *Основне джерело електроживлення.*

Як основне джерело електроживлення системи треба використовувати загальну систему електропостачання. Енергію, що генерують приватно, можна використовувати там, де принаймні вона характеризується такими самими показниками якості та надійності, як і загальна система електропостачання або де відсутня можливість під'єднання до загальної системи електропостачання.

Основне джерело електроживлення СПС має бути забезпечене відповідним окремим пристроєм захисту, встановленим якомога ближче до місця вводу мережі електроживлення в будівлю.

Для запобігання несанкціонованому вимкненню основного джерела електроживлення треба вжити запобіжних заходів (наприклад, розмістити попереджувальну табличку або обмежити доступ).

У разі використання кількох джерел електроживлення, кожне з них повинно відповідати цим вимогам.

Якщо блок електроживлення живиться від основного джерела, то він:

- повинен функціонувати відповідно до його опису, наданого виробником, незалежно від стану резервного джерела електроживлення. Це стосується будь-якого ступеня зарядженості акумуляторної батареї, обриву або короткого замикання лінії зв'язку з акумуляторною батареєю;
- додатково повинен бути здатним забезпечувати необхідний зарядний струм для акумуляторної батареї або акумуляторних батарей;

- може мати можливість обмеження або переривання заряду акумуляторної батареї у випадку короткочасного споживання від блока електроживлення максимального вихідного струму навантаження.

#### *Резервне електропостачання*

У випадку виходу з ладу основного джерела електроживлення необхідно передбачити резервне електропостачання від акумуляторної батареї. Ємність акумуляторної батареї має бути достатньою для живлення системи протягом часу всіх ймовірних порушень електропостачання основного джерела електроживлення або для проведення інших відповідних заходів. Треба зважати на те, що через старіння ємність батареї знижується. Зазвичай вважають достатнім, коли початкову ємність приймають більшою на 25 % від розрахункової величини ємності. Акумуляторна батарея повинна:

- бути перезарядною;
- бути придатною до підтримання її у повністю зарядженому стані;
- бути призначеною для стаціонарного застосування;
- мати маркування із зазначенням типу і дати випуску.

Якщо акумуляторну батарею встановлюють у корпусі, де розміщують інше обладнання пожежної сигналізації, то вона має бути герметичною типу і встановлювати її необхідно відповідно до вказівок виробника.

Блок електроживлення повинен мати у своєму складі зарядний пристрій для зарядки акумуляторної батареї і утримання її у повністю зарядженому стані. Він має бути спроектований і розрахований так, щоб забезпечувати [25]:

- можливість автоматичної підзарядки акумуляторної батареї;
- у випадку розрядки акумуляторної батареї до її кінцевої напруги, можливість її зарядки, принаймні, на 80 % від її номінальної ємності протягом 24 год і до її номінальної ємності протягом подальших 48 год;
- зарядні характеристики в зазначеному виробником акумуляторної батареї діапазоні температур довкілля.

У випадку, якщо напруга зарядки нижча напруги акумуляторної батареї, то акумуляторна батарея не повинна розряджатися через зарядний пристрій, за винятком розряджального струму, який пов'язаний з контролем стану акумуляторної батареї.

У деяких випадках можливе електропостачання від аварійних генераторів або від джерела безперебійного живлення. За наявності такого електропостачання, ємність резервних акумуляторних батарей може бути знижена, проте акумуляторні батареї повинні бути завжди передбачені.

У разі використання аварійних резервних генераторів треба вжити заходів для їхнього дозоправління до того моменту, коли запас пального буде витрачено.

Для унеможливлення впливу несправностей устаткування або порушення електропостачання від мережі, резервне джерело живлення повинно забезпечувати функціонування СПС щонайменше протягом 72 год, після чого у нього ще повинно лишатися достатньо ємності для живлення системи в режимі тривоги протягом не менше ніж 30 хв додаток А.6.8.3 ДСТУ-Н CEN/TS 54-14:2009 [21].

Якщо сигнал про несправності одразу надходить на центральний пульт об'єкта або пункт приймання сигналів про несправність, а максимальний термін для усунення несправності відповідно до договору складає не більше ніж 24 год, час роботи від резервного джерела живлення може бути зменшено з 72 год до 30 год. Цей час може бути в подальшому зменшено до 4 год, якщо цілодобово на місці є запасні частини, персонал для виконання ремонтних робіт і генератор резервного живлення додаток А.6.8.3 ДСТУ-Н CEN/TS 54-14:2009 [21].

Тривалість роботи резервного джерела живлення, зазначену вище, вважають достатньою для більшості випадків звичайного використання. Можуть траплятися випадки, де потрібна більша тривалість роботи. У цьому випадку треба дотримуватися вимог відповідно до п.5.2 ДСТУ-Н CEN/TS 54-4:2003 [25].

#### *Несправності*

Блок електроживлення повинен виявляти та сигналізувати про такі несправності [25]:

- відмову основного джерела живлення – не пізніше 30 хв після події;
- відмову резервного джерела живлення – не пізніше 15 хв після події;
- зниження напруги акумуляторної батареї нижче ніж 0,9 значення кінцевої напруги – не пізніше 30 хв після події;
- відмова зарядного пристрою – не пізніше 30 хв після події.

Якщо блок електроживлення встановлено окремо від ППКП, необхідно передбачити принаймні один загальний вихід несправності для спільного використання з метою сигналізування про зазначені вище стани несправності.

У разі розміщення блока електроживлення в одному корпусі з ППКП, індикація зазначених вище станів несправності повинна бути, відповідно до розділу 8 ДСТУ EN 54-2:2003 [23], на ППКП або на самому блоку електроживлення.

#### *Контрольні питання*

1. Як поділяються СПС? Назвіть їх переваги та недоліки.
2. Основні особливості адресно-аналогових СПС.
3. Переваги та недоліки включення шлейфів пожежної сигналізації за кільцевою та радіальною схемами.
4. Які основні переваги двопровідних ПС з напругою живлення 24 В над чотирипровідними ПС з напругою живлення 12 В?
5. Які ПС кращі – з напругою живлення 12В чи 24 В? Дайте пояснення.
6. Поясніть переваги та недоліки радіоканальних аналогово-адресних СПС.
7. Поясніть принципи роботи адресно-аналогових СПС на прикладі системи компанії System Sensor.
8. Загальна структура схема СПС, згідно з ДСТУ EN 54-1:2003.
9. Призначення основних елементів СПС.
10. До якої категорії забезпечення електроживленням відносяться СПС і що це передбачає?
11. Які джерела резервного електроживлення можна використовувати в СПС?
12. Що повинен забезпечувати блок електроживлення під час живлення від основного джерела?
13. Які характеристика має мати акумуляторна батарея?
14. Яким повинен бути спроектований і розрахований зарядний пристрій?
15. Які несправності повинен виявляти і сигналізувати блок електроживлення?

## Розділ 2 ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПОЖЕЖНІ СПОВІЩУВАЧІ

### 2.1. Призначення і основні тенденції розвитку пожежних сповіщувачів

Основними елементами будь-якої СПС є ПС різного типу і ППКП [4], до яких вони підключені за тою чи іншою схемою. Від правильного функціонування ПС залежить якісна робота усієї СПС.

До них, як і до всієї системи висувається ряд вимог. ПС повинні працювати цілодобово і інформувати про пожежу з високою точністю та надійністю. Однією з важливих задач ПС є виявлення пожежі на ранній стадії, коли вона ще не встигла досягнути небезпечного рівня. Це дає змогу не лише своєчасно прийняти рішення щодо ліквідації пожежі і евакуації людей, але й зберегти людське життя і матеріальні цінності. Особливо складно відстежувати ситуацію, коли початкова стадія пожежі проявляється без великої кількості диму – у вигляді відкритого полум'я або тліючого джерела горіння. Іншою задачею ПС є те, що його робота не повинна призводити до помилкового спрацювання СПС [45-50]. На практиці помилкове спрацювання призводить до зупинки технологічного процесу, евакуації людей, приїзду пожежного розрахунку тощо, а це, в свою чергу, матеріальні затрати. Як наслідок, виникає недовіра до системи безпеки, що призводить до випадків ігнорування попередження від системи, навіть у випадку реальної безпеки. Так, наприклад, у Великобританії в 2004 році було зафіксовано більше ніж 280000 помилкових спрацювань і це не зважаючи на жорсткі вимоги до СПС. Ймовірність помилкового спрацювання ПС слід звести до мінімуму. Отже, в ідеальному випадку вони повинні сигналізувати про пожежу ще на тій стадії, коли можна запобігти загоранню.

Перші ПС, що з'явилися майже двісті років тому, були здатні реагувати лише на високу температуру, тобто за існуючою класифікацією вони відносились до порогових теплових ПС [51, 52]. Це були натягнуті під стелею шнури, сполучені з дзвоном пожежної тривоги. При пожежі шнур перегорав і дзвонив дзвін. З винаходом електрики появились так звані теплові контактні датчики, які у випадку пожежі включали електричні дзвінки. У них було використано ефект розширення при нагріванні твердих, рідких і газоподібних речовин, деформації біметалевої пластини і т.д. Такі сповіщувачі спрацьовують тоді, коли вогнище відкритого вогню становить чималу площу. В цьому випадку найчастіше вже не можливо справитися із вогнем підручними засобами, та й евакуація людей проблематична через сильне задимлення. Зараз сповіщувачі подібного типу застосовуються вкрай рідко.

Із розвитком мікроелектроніки почали з'являтися перші оптичні димові ПС [53]. Вони розроблені на основі використання співвідношення

розмірів частинок диму до довжини хвилі світла, що падає на ці частинки.

Останнім часом усе частіше використовуються лазерні димові ПС [16]. У них замість світлодіода використовується мініатюрний лазер, яскравість променя якого приблизно в 100 разів вища, ніж світлодіода, а фокусування забезпечує практично повну відсутність відбивання від стінок димової камери. За рахунок цього чутливість при використанні лазера збільшується в ті ж 100 разів. Такі ПС, зрозуміло, набагато дорожчі, але в приміщеннях, де потрібен дуже високий ступінь захисту, вони використовуються достатньо широко.

Цікавими є достатньо нові технічні рішення, коли система примусово відбирає повітря з контрольованого приміщення по трубах з отворами для димозаходу. Це так звані аспіраційні димові ПС [54-56].

Необхідно також відмітити іонізаційні сповіщувачі [51]. Сучасний іонізаційний димовий сповіщувач зовні абсолютно не відрізняється від оптико-електронного. Наявність в ньому радіоактивності можна визначити дозиметром тільки після повного його розбирання, що не потрібно навіть при проведенні технічного обслуговування. До того ж, вони мають рекордно низький струм споживання – менше 30 мікроампер. Відповідно для радіоізотопного сповіщувача не дуже важливий колір диму і він краще працює при займанні кабелю, пластмас.

Деякі матеріали та речовини горять практично без виділення диму, наприклад, спирти. Для виявлення такої пожежі існують ПС полум'я [52], які фіксують безпосередньо випромінювання від осередку загорання. Для зниження хибних спрацювань від зовнішнього світла їх роблять багатодіапазонними. Сучасні ПС полум'я для виявлення пожежі, як правило, аналізують інфрачервоне або ультрафіолетове випромінювання полум'я.

Також широкого розповсюдження набули лінійні ПС [57-60], в яких закладені різні принципи виявлення пожежі. Вони, як правило, використовуються для захисту великих площ та високих приміщень. На відміну від точкових ПС, лінійні контролюють зону від приймача до передавача, яка сягає 100 метрів, а то і кількох кілометрів. На ринку вже з'явилися і однокомпонентні лінійні ПС. В одному блоці такого датчика знаходиться приймач та передавач, а в кінці контрольованої зони розташований пасивний рефлектор, який не потребує ні живлення, ні підводу шлейфа, ні юстирування. Тобто, забезпечується економія на монтажі, кабелі, юстируванні.

Розвиток мікроелектроніки, безумовно, позначився на рівні розробок сучасних ПС. Вони, умовно кажучи, удосконалюються поетапно (тобто їх можна класифікувати за поколіннями) [61]. Дискретні ПС *першого покоління*, побудовані на використанні елементарних фізичних засобів, наприклад, біметалевої пластини, легкоплавкого сплаву, уже відійшли в минуле. Вони були розроблені у 40...70 роки минулого століття як конструктивно й технологічно прості дискретні ПС релейного типу. До їхнього складу входить первинний перетворювач (чутливий елемент), який перетворює ознаку пожежі, переважно кількість виділеного при по-

жежі тепла, в електричний сигнал і практично не входять засоби підсилення й обробки сигналу. Це чітко сформовані засоби контрольно-вимірювальної техніки, які через ШПС підключаються до ППКП.

*ПС другого покоління* з'явилися пізніше і використовуються досі. Це – дискретні й аналогові ПС, які отримують, обробляють і передають повідомлення вже завдяки використанню електронних схем [4]. Це суттєво полегшує можливість подальшої роботи з інформацією, оскільки виконавчі засоби працюють на електронній основі. До їх числа можна віднести ПС електронного виконання й комбіновані ПС, де використовуються два (і більше) первинні перетворювачі — димові, теплові тощо; їх ще можна вважати контрольно-вимірювальними засобами, хоч уже тут відбувається проміжна обробка інформації і навіть використовуються мікроконтролери типу КР580 чи інші.

*ПС третього покоління.* З початку 21-го століття внаслідок промислового освоєння досягнень мікропроцесорних технологій з'явилися принципово нові за способом оброблення інформації аналогові та дискретні ПС. До їхнього складу входить мікроконтролер з власною пам'яттю для оброблення, зберігання сигналів і передавання до ППКП повідомлень встановленого зразка. При цьому, вимірювальні канали ПС часто оснащуються різними первинними перетворювачами або, навіть, лише одним перетворювачем, інформація якого аналізується за різними параметрами пожежі (до прикладу, за потужністю теплового випромінювання та за його мерехтінням – коливанням інтенсивності випромінювання на приймачеві з частотою 28 ... 190 Гц).

ПС третього покоління, до складу якого входять декілька різних первинних перетворювачів і мікропроцесор, вже належить до інформаційно-вимірювальних приладів. Вони здатні обробляти за заданим алгоритмом отримувані сигнали від первинних перетворювачів, взаємодіяти у локальній інформаційній мережі з іншими аналогічними приладами, здійснювати власну самоперевірку й тестування, а також періодичну, у межах каліброваних проміжків часу (секунди, хвилини, години, доби та сезону), зміну порогового рівня спрацювання та при його перевищенні подання повідомлень, які призводять до належних дій СПС чи пожежогашіння або/і кваліфікованого персоналу.

Серед ПС варті особливої уваги адресно-аналогові цифрові сповіщувачі. Їх вигідно вирізняє гнучкість налаштувань, тобто у реальному часі можна програмно змінювати значення чутливості. Саме завдяки використанню таких ПС можна виявити джерело вогню на стадії займання і уникнути матеріальних збитків (від вогню та наслідків процесу гасіння).

*ПС четвертого покоління* оснащені багатofункціональним мікроконтролером, наприклад типу АТ56, споживають незначну кількість електроенергії, здатні автономно працювати й підтримувати інтерфейс завдяки використанню бездротових (WiFi, WiMax) технологій зв'язку з приймальним обладнанням, а функції їх можуть бути достатньо різноманітними.

До прикладу, таким є іонізаційний ПС JA-60SR розробки чеської фірми “Яблотрон”, оснащений елементом живлення, якого вистачає на 1 рік безперервної роботи. Подібні ПС використовують схеми нечіткої логіки, що дає змогу покращити характеристики, знизити поріг і час спрацювання завдяки підвищенню достовірності розрізнення ознак пожежі на фоні шумів. Енергозбереженню сприяє перехід від терморезистивних до термоелектричних первинних перетворювачів. Останні вирізняються тим, що завдяки різниці температури між гарячим та холодним кінцями не тільки не споживають електроенергії, але й генерують її у електричне коло.

Оснащення ПС четвертого покоління мікроконтролером, розроблення алгоритмічних засад роботи та розвиток алгоритмів опрацювання результатів вимірювання дають змогу покращити експлуатаційні параметри сповіщувачів. Більш детально про них буде сказано в інших розділах.

Структурну схему ПС третього та четвертого покоління показано на рис. 2.1.

**Помилка! Не можна створити з'єднання з кодами полів редагування.**  
ППКП

**Рис. 2.1.** Структурна схема пожежного сповіщувача:  
ПП1, ПП2 – первинні перетворювачі, К – комутатор, АЦП – аналого-цифровий перетворювач, МК – мікроконтролер, ЛЗ – лінія зв'язку, ВМ – виконавчий механізм

ПС може містити, як уже зазначалося, декілька первинних перетворювачів. Оскільки первинні перетворювачі формують аналогові сигнали, а мікроконтролер працює з сигналами у цифровій формі, то в конструкції ПС передбачено аналого-цифрові перетворювачі (АЦП). Для простоти конструкції використовують один аналого-цифровий перетворювач на вхід якого поступає аналоговий сигнал від комутатора. Комутатор являє собою електронний ключ, який по черзі з великою частотою під'єднує первинні перетворювачі до АЦП. В мікроконтролері запрограмовані алгоритми роботи. Він керує процесом вимірювання, проводить опрацювання результатів, з використанням сучасного математичного апарату (алгебри логіки, нечіткої логіки), на основі яких приймає рішення про наявність пожежі. Інформація про пожежний стан об'єкта передається до ППКП або виконавчого механізму. Згідно з п.3.1 ДСТУ EN 54-1:2003 [22] рішення про вмикання СПС може прийматися самим сповіщувачем.

## 2.2. Класифікація пожежних сповіщувачів

На ПС покладається усе більше функцій. Вони перебирають на себе навіть функції ППКП [22]. Сповіщувач перетворюється в міні-комп'ютер, де уже приймається рішення щодо пожежі. Тому класифікація, яку ми розглянемо, є досить умовною.



ПС бувають:

- ручні (див. п.1.4);
- автоматичні (див. п.1.4).
- ПС також бувають:
- генеруючими;
- параметричними.

ПС, які перетворюють зміну контрольованої ознаки в ЕРС без додаткового джерела електроживлення відносять до генеруючих. ПС, які перетворюють змінні контрольовані ознаки в зміну параметра електричного кола за допомогою додаткового джерела живлення відносять до параметричних.

Автоматичні ПС можна класифікувати [4]:

**за видом контрольованої ознаки пожежі:**

- теплові;
- димові (оптико-електронні, іонізаційні, лазерні);
- полум'я;
- комбіновані;
- газові:

**за видом контрольованої зони:**

- точкові;
- багатоточкові;
- лінійні;
- об'ємні:

**за видом вихідного сигналу:**

- дискретні;
- аналогові:

**за способом зв'язку з ППКП:**

- неадресні;
- адресні:

**за принципом реагування:**

- максимальні;
- диференціальні;
- максимально-диференціальні:

**за дією в контрольованому середовищі:**

- активні;
- пасивні.

Дамо коротко деякі пояснення стосовно цієї класифікації.

Класифікація ПС *за видом контрольованої ознаки пожежі* – тут усе зрозуміло – на яку ознаку пожежі реагує сповіщувач, так він і називається.

Важливим параметром ПС є зона, яку він контролює. *Точкові ПС* реагують на зміну контрольованого параметра безпосередньо в місці розміщення. *Багатоточкові ПС* являють собою сукупність точкових сповіщувачів (наприклад, термopара), розташовані в єдиному електричному колі, сигнал від яких підсумовується і поступає на блок обробки інформації. *Лінійні ПС* реагують на зміну контрольованого параметра вздовж

визначеної довжини лінії. В охоронно-пожежних системах широко використовуються *ПС*, які реагують на зміну контрольованого параметра у визначеному об'ємі.

*Дискретні і аналогові ПС.* Тут зразу необхідно відмітити певну відмінність між цими поняттями, а саме: видом сигналу і коли саме здійснюється передача інформації (сигналу). Адже відомо, що в аналогових системах сприйняття, обробка і передача інформації між елементами існує неперервно в часі, тобто сигнал є неперервний в часі (аналоговий сигнал). В дискретних системах сприйняття, обробка і передача інформації здійснюється в певні дискретні моменти часу, тобто сигнал є перервний в часі (дискретний сигнал) [62]. Одним із різновидів дискретних систем є цифрові системи, які завдяки великим можливостям набули широкого застосування. Це ті ж самі мікропроцесори, контролери і т.д.

В нашому випадку під словом *дискретний ПС* розуміється, що сповіщувач передає інформацію про пожежу лише при певній ознаці порогового значення. До того значення сповіщувач перебуває в черговому режимі, тобто ніякої інформації він не передає, або передає сигнал “Черговий”. Вони є найбільш простими. Дискретні ПС у більшості перебувають в одному з двох режимів: “Черговий”, або “Пожежа”, в деяких сповіщувачах є також режим “Несправність”.

На відміну від *дискретного ПС*, *аналоговий ПС* постійно забезпечує перетворення контрольованого параметра у відповідний електричний сигнал та його передачу, що дає можливість в реальному масштабі часу оцінювати стан об'єкта, порівнюючи отриманий сигнал з прийнятими номінальними значеннями. Однак це не означає, що сигнал є аналоговим. Він може бути і цифровим.

*Неадресні та адресні ПС.* Неадресні ПС лише виявляють пожежу. При спрацьовуванні одного з неадресних сповіщувачів в загальному шлейфі, спрацьовує вся система. Адреса загоряння визначається номером шлейфа до якого він підключений. Однак, шлейф може охоплювати декілька приміщень. Тоді місце виникнення пожежі уточнює черговий персонал під час перевірки.

Адресні сповіщувачі [4] досконаліші, оскільки мають свою адресу і дозволяють визначити конкретне місце загоряння в будинку. Крім того ППКП постійно, через певний інтервал часу, тест-сигналом відповідного коду опитує ПС, визначаючи його стан.

Залежно від того, як ПС реагують на значення контрольованого параметра пожежі, вони поділяються *за принципом реагування* на:

- **максимальні** – спрацьовують при досягненні визначеного для сповіщувача максимального значення контрольованого параметра (спрацьовують коли певне значення ознаки пожежі сягає порогового значення);
- **диференціальні** – спрацьовують при визначеній швидкості зміні контрольованого параметра (реагують на швидкість наростання

контрольованої ознаки пожежі);

- **максимально-диференціальні** – спрацьовують при досягненні одного з двох вказаних способів реагування.

ПС, які не заповнюють контрольовану зону певним видом випромінювання (інфрачервоним, ультразвуковим) називаються *пасивними ПС*.

ПС, які заповнюють контрольовану зону певним видом випромінювання називаються *активними ПС*.

Слід окремо відмітити такі ПС, як *адресно-аналогові цифрові ПС*. Ці сповіщувачі – найкращі і найбільш досконалі. Вони не лише визначають конкретне місце загоряння, а й в реальному масштабі часу передають інформацію про стан, який складається на об'єкті. Це дозволяє відслідковувати динаміку пожежі і правильно організувати пожежно-рятувальні роботи. Адресно-аналогові цифрові ПС [15, 16, 40, 52] відрізняються гнучкістю налаштувань, наприклад, можна у реальному масштабі часу програмно змінювати поріг чутливості. Саме завдяки використанню адресно-аналогових цифрових сповіщувачів можна виявити і локалізувати вогнище на ранній стадії загоряння, а значить, уникнути величезних матеріальних втрат (як від вогню, так і від наслідків гасіння).

В наш час почали з'являтися ПС нового покоління, які можна віднести до четвертого покоління. Це так звані інтелектуальні ПС [17, 51, 53, 63, 64].

Зразу слід зазначити, що мова йде про інтелектуальні ПС [17, 46, 51, 64, 65], в більшості яких в принципі роботи закладений математичний апарат на основі традиційної алгебри-логіки, так звана Бульова алгебра. Такі сповіщувачі, ще повністю не наділені інтелектом і таке трактування на сьогоднішній час не вірне.

Під сучасним трактуванням словосполучення «інтелектуальні ПС», слід розуміти сповіщувачі, де є вже закладений інтелект - набутий людський досвід, а це дозволяє зробити теорія нечітких множин (нечітка логіка) [66].

Новітні розробки в теорії нечітких множин (нечітка логіка) дозволили створювати ПС, які наділені інтелектом. Вони здатні аналізувати процеси, які відбуваються в приміщенні і реально оцінювати ситуацію, яка там відбувається. В них поєднується набутий великий людський досвід з технічними рішеннями. Інтелектуальні ПС дозволяють з великою точністю виявляти загоряння на ранній стадії її розвитку і звести хибність спрацювань до мінімуму.

### 2.3. Класифікація пожежних сповіщувачів згідно з ДСТУ EN 54-1:2003

Згідно ДСТУ EN 54-1:2003 [22] ПС класифікуються:

1. За явищем, що його виявляють:

- **тепловий пожежний сповіщувач (heat detector)** – це спові-

щувач, який реагує на підвищення температури;

- **димовий пожежний сповіщувач (smoke detector)** – це сповіщувач, який чутливий до наявності у повітрі часток продуктів згоряння або піролізу (аерозолів);
  - **іонізаційний димовий пожежний сповіщувач (ionization smoke detector)** – це сповіщувач, який чутливий до наявності продуктів згоряння, що викликають у сповіщувачі зміну іонізаційного струму;
  - **оптичний димовий пожежний сповіщувач (optical smoke detector)** – це сповіщувач, який чутливий до наявності продуктів згоряння, що викликають поглинання або розсіювання випромінювання у інфрачервоній, видимій і (або) ультрафіолетовій областях спектра електромагнітного випромінювання;
  - **газовий пожежний сповіщувач (gas detector)** – це сповіщувач, який чутливий до газоподібних продуктів згоряння і (або) теплового розпаду;
  - **пожежний сповіщувач полум'я (flame detector)** – це сповіщувач, який реагує на випромінювання полум'я;
  - **комбінований пожежний сповіщувач (multisensor detector)** – це сповіщувач, який реагує на більше ніж одну ознаку горіння.
2. За засобом реагування сповіщувача на виявлене явище (тут уже є певна відмінність):
- **максимальний пожежний сповіщувач (static detector)** – це сповіщувач, який формує сигнал, коли вимірювана величина ознаки горіння, перевищує, протягом достатнього часу, визначене значення;
  - **диференціальний пожежний сповіщувач (differential detector)** – це сповіщувач, який формує сигнал, коли різниця (як правило, незначна) величин ознаки горіння двох або більше чутливих елементів сповіщувача перевищує, протягом достатнього проміжку часу, визначене значення;
  - **пожежний сповіщувач динамічного туню (rate of rise detector)** – це сповіщувач, який формує сигнал, коли швидкість зміни величини контрольованої ознаки горіння перевищує протягом достатнього проміжку часу визначене значення.
3. За конфігурацією сповіщувача:
- **точковий пожежний сповіщувач (point detector)** – це сповіщувач, що спрацьовує у разі появи ознаки горіння у визначеній точці;
  - **багатоточковий пожежний сповіщувач (multi-point detector)** – це сповіщувач, що спрацьовує у разі появи ознаки горіння поблизу декількох визначених точок;
  - **лінійний пожежний сповіщувач (fine detector)** – це сповіщувач, що спрацьовує за появи ознаки горіння поблизу визначеної лінії.

4. За здатністю сповіщувача повертатися у початковий стан:
- **відновлюваний пожежний сповіщувач (resettable detector)** – це сповіщувач, який після спрацювання може вернутися у початковий стан контролювання у разі зникнення ознаки горіння, що викликала його спрацювання, без відновлювання будь-яких його елементів.
    - **пожежний сповіщувач з автоматичним поверненням у початковий стан (self-resetting detector)** – це відновлюваний сповіщувач, який повертають у початковий стан контролювання автоматично;
    - **пожежний сповіщувач із дистанційним поверненням у початковий стан (remotely resettable detector)** – це відновлюваний сповіщувач, який повертають у початковий стан контролювання командою, що її надають дистанційно;
    - **пожежний сповіщувач із ручним поверненням у початковий стан (locally resettable detector)** – це відновлюваний сповіщувач, який повертають у початковий стан контролювання вручну;
  - **невідновлюваний пожежний сповіщувач (зі змінними елементами) (non-resettable detector) (with exchangeable elements)** – це сповіщувач, в якому після спрацювання для відновлення його працездатності потрібне замінювання будь-якого елемента або елементів;
  - **невідновлюваний пожежний сповіщувач (без змінних елементів) (non-resettable detector) (without exchangeable elements)** – це сповіщувач, який після його спрацювання не може бути виведений зі стану тривоги та приведений у стан готовності до виявлення.
5. За можливістю зняття сповіщувача:
- **знімний пожежний сповіщувач (detachable detector)** – це сповіщувач такої конструкції, яка дає змогу легко зняти його для подальшого ремонтування або технічного обслуговування;
  - **незнімний пожежний сповіщувач (non-detachable detector)** – це сповіщувач, конструкція та спосіб кріплення якого не передбачає його знімання для подальшого ремонту або технічного обслуговування.
6. За типом сигналу, що передається:
- **дворежимний пожежний сповіщувач (two-state detector)** – це сповіщувач, який на своєму виході має один із двох вихідних сигналів, що відповідають режимам «норма» або «пожежна тривога»;
  - **багаторежимний пожежний сповіщувач (multi-slate detector)** – це сповіщувач, який на своєму виході має один із лімітованої кількості (більше двох) вихідних сигналів, що відповідають режимам «норма», «пожежна тривога», «несправ-

ність» або іншим;

- **аналоговий пожежний сповіщувач (analogue detector)** - це сповіщувач, який видає вихідний сигнал про величину ознаки горіння.

Згідно ДСТУ EN 54-5:2003 [26] теплові ПС повинні відповідати одному чи декільком класам: A1, A2, B, C, D, E, F або G відповідно до вимог випробовування, які зазначено у розділі 5 цього ДСТУ (див. табл. 2.1).

Таблиця 2.1.

Температурна класифікація сповіщувачів

Клас сповіщувача	Нормальна температура використання, °C	Максимальна температура використання, °C	Мінімальна статична температура спрацювання, °C	Максимальна статична температура спрацювання, °C
A1	25	50	54	65
A2	25	50	54	70
B	40	65	69	85
C	55	80	84	100
D	70	95	99	115
E	85	110	114	130
F	100	125	129	145
G	115	140	144	160

Примітка.

**Нормальна температура використання (typical application temperature)** – температура, яка, як очікується, буде діяти на встановлений сповіщувач протягом тривалих періодів часу у разі відсутності умов пожежі. Передбачено, що ця температура буде на 29 °C нижчою за мінімальну статичну температуру спрацювання відповідно до класу, позначеного на сповіщувачі, як вказано у табл. 2.1.

**Максимальна температура використання (maximum application temperature)** – максимальна температура, яка, як очікується, буде діяти на встановлений сповіщувач навіть протягом коротких періодів часу за відсутності умов пожежі. Передбачено, що ця температура буде на 4 °C нижчою мінімальну статичну температуру спрацювання відповідно до класу, позначеного на сповіщувачі, як вказано у табл. 2.1

**Статична температура спрацювання (static response temperature)** – температура, за якої сповіщувач видає сигнал тривоги, якщо на нього діє гранично мала швидкість підвищення температури. Швидкості підвищення температури приблизно 0,2 К/хв вважають придатною для вимірювання статичної температури спрацювання. Однак у деяких випадках може бути потрібна нижча швидкість.

#### 2.4. Основні технічні характеристики пожежних сповіщувачів

Технічні характеристики визначають доцільність використання ПС в тих чи інших умовах, їх якість. Основними характеристиками автоматичних ПС є:

- а) *чутливість (порог спрацювання)* – порогове (мінімальне) значення контролюваного параметра при якому ПС спрацює;
- б) *інерційність* – проміжок часу від початку дії порогового значення контролюваного параметра до початку формування тривожного повідомлення;
- в) *зона дії* – контрольований простір, в межах якого надійно реєструється виникнення пожежі;
- г) *завадозахищеність* – визначає дійсність переданої інформації;
- д) *надійність* – властивість зберігати працездатність в визначених умовах експлуатації;
- ж) *конструктивне виконання* – здатність надійно працювати в відповідних умовах (звичайне, вологозахищене, тропічне, вибухозахищене, пилостійке і т.п.).

Крім вказаних характеристик, беруться до уваги також такі параметри: електроживлення (діапазон напруги живлення); споживана потужність; струм споживання в черговому режимі; струм споживання в режимі тривоги; маса; габарити; клас захисту; робочий діапазон температур і т.д. Сьогодні деякі виробники ПС в технічній документації можуть не приводити деяких даних або давати свої. Наприклад: напругу комутації на розімкнутому релейному виході; струм через замкнутий релейний вихід; опір між виходами замкнутого реле; опір між виходами розімкнутого реле; термін напрацювання до відмов.

Наприклад, технічні характеристики димових ПС СП-Т фірми “Тірас” (м. Вінниця) і ИПК-8 фірми СКБ “Електронмаш” (м. Чернівці) приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Основні технічні характеристик ПС

	СП-Т	ИПК-8
Напруга живлення, В	12±3	10 ÷ 30
Струм споживання в черговому режимі не більше, мА	0,1	0,1
Струм споживання в режимі пожежної		

тривоги не більше, мА		
Чутливість, дБ/м	22	25
Інерційність спрацювання від вбудованого пристрою перевірки не більше, с	0,05÷0,2	0,05÷0,2
Контрольований простір, з висотою встановлення 6 м, м <sup>2</sup>	5	5
Діапазон робочих температур, від ... до, °С	100	
Максимальна допустима відносна вологість при температурі +40°С, %	+25 ÷ +55	-10 ÷ +50
Габаритні розміри:	95	95
– діаметр, мм		
– висота, мм	100	100
Маса, кг	52	54
Середній строк експлуатації, роки	0,15	0,18
	10	10

#### 2.5. Маркування пожежних сповіщувачів

На сучасному етапі в питанні маркування ПС немає єдиних правил щодо маркування. Завдяки стрімкому технічному розвитку, переходом на Європейські стандарти і застарілістю положень галузевого стандарту ОСТ 25.829-78 “Средства технические автоматической охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Условные обозначения” вітчизняні розробники ПС не дотримуються положень щодо однакового маркування.

Однак деякі виробники маркують свої ПС згідно з ОСТ 25.829-78, тому про них доцільно згадати.

Умовне позначення ПС складається з таких елементів: ИП Х<sub>1</sub>Х<sub>2</sub>Х<sub>3</sub>-Х<sub>4</sub>-Х<sub>5</sub>.

Абревіатура ИП означає по-російськи “извещатель пожарный».

Елемент:

- Х<sub>1</sub> – вказує за якою ознакою виявляє загоряння ПС;
- Х<sub>2</sub>Х<sub>3</sub> – вказує, який принцип роботи закладений в ПС;
- Х<sub>4</sub> – вказує порядковий номер розробки ПВ даного типу;
- Х<sub>5</sub> – вказує клас ПВ;

Замість Х<sub>1</sub> пишуть такі цифрові позначення:

- 1 – тепловий ПС;
- 2 – димовий ПС;
- 3 – ПС полум’я;
- 4 – газовий ПС;
- 5 – ручний ПС.

Замість Х<sub>2</sub>Х<sub>3</sub> пишуть такі цифри: 01 – це означає, що чутливий елемент ПС використовує залежність параметрів елементів від температури – напівпровідник; 02 – використовує термоелектрорушійну силу (ТЕРС) – термопари; 03 – використовує лінійне розширення елементів –

біметали; 04 – використовує плавкі вставки; 05 – використовує залежність магнітної індукції від температури; 06 – використовує ефект Хола; 07 – використовує об’ємне розширення рідини, газів; 08 – використовує сегнетоелектрики; 09 – використовує залежність модуля пружності від температури; 10 – використовує резонансно-акустичний метод контролю температури; 11 – використовує радіоізотопний механізм залежності струму іонізації від диму; 12 – використовує оптико-електронний метод залежності інтенсивності світлового потоку від диму; 13 – використовує електроіндукцію; 14 – використовує ефект “пам’яті форми”; 15 – 28 становлять резерв; 29 - використовують залежність стану ПС від ультрафіолетового випромінювання полум’я, 30 - використовують залежність стану ПС від інфрачервоного випромінювання полум’я, 31 – використовують термометричний принцип, 32 – використовують матеріали, які змінюють оптичну провідність від температури, 33 – використовують аероіонний принцип, 34 – використовують термошумовий принцип.

#### **Наприклад:**

**ИП-105-1** – “ИП” – извещатель пожарный, перша цифра “1” – тепловий, дві наступні цифри “05” – принцип роботи ПС ґрунтується на використанні залежності магнітної індукції від температури, “1” – порядковий номер розробки сповіщувача;

**ИП 212-5** – димовий ПС, принци роботи якого ґрунтується на використанні оптико-електронного методу залежності інтенсивності світлового потоку від диму, номер розробки сповіщувача “5”;

**ИП 330/3-20** – ПС полум’я, який виявляє загоряння в інфрачервоному діапазоні випромінювання.

Разом з тим можна зустріти в позначеннях абревіатуру повної назви сповіщувача **СПД** (сповіщувач пожежний димовий). Окремі вітчизняні виробники позначають обладнання пожежної сигналізації російською абревіатурою, наприклад: **ИДПЛ** – извещатель дымовой пожарной линейный), **ИД** – извещатель дымовой, **ИТ** – извещатель тепловой, а деяким сповіщувачам та пристроям сигналізації для кращого запам’ятовування дають так звану торгову марку, наприклад, “Аметист”, “Фотон”, **Apollo**.

Фірма виробник System Sensor ввела своє маркування ПС. У номері моделі, вказаному на етикетці сповіщувача System Sensor, закодований його тип, серія, напруга живлення і спосіб підключення.

Перша цифра – тип сповіщувача:

- 1 – димовий радіоізотопний;
- 2 – димовий оптичний;
- 4 – тепловий максимальний;
- 5 – тепловий максимально-диференціальний;
- 6 – лінійний димовий;

7 – лазерний димовий.

Друга цифра - номер серії (приведені в хронологічному порядку):

4 – 400-а серія, високий профіль, неадресні;

5 – 500-а серія, високий профіль, адресно-аналогові;

1 – 100-а серія, низький профіль, неадресні;

2 – 200-а серія, низький профіль, адресно-аналогові.

Останні дві (чотири) цифри - спосіб підключення і напруга живлення:

00 – двопровідне підключення – живлення по шлейфу;

12 – чотирипровідне підключення – окремий шлейф живлення, напруга 12 В;

24 – чотирипровідне підключення – окремий шлейф живлення, напруга 24В;

12/24 – чотирипровідне підключення - окремий шлейф живлення, напруга 12 В або 24 В;

51 – встановлення в базову основу різного типу (двопровідні без резистора, з резистором, для знакозмінного шлейфа, чотирипровідні на 12 В).

Букви уточнюють версію сповіщувача, серію, а також наявність теплового каналу, оповіщувача і додаткового реле, наприклад:

**Е** – європейська версія: зазвичай діаметр 102 мм, з установкою в базу;

**без букви Е** – американська версія: зазвичай діаметр 139 мм, з підключенням через термінали;

**Т** – тепловий канал;

**А** – вбудований оповіщувач;

**R** – додаткове реле;

Інші букви для маркування модифікацій сповіщувача, наприклад, **М** – серія 200+, адресно-аналогова - випускається в даний час.

Наприклад:








2112/24ТВ, 2112/24ТС і 2112/24ТD - це сповіщувачі американського виробництва, димові, 100-ї серії, неадресні, з максимальним тепловим каналом на 58°C, чотирипровідні, з номінальною напругою живлення 12В або 24В, з терміналами для підключення;

2251ЕМ – це європейська версія димового адресно-аналогового сповіщувача серії 200+, встановлюється в бази 500-ої серії.

Можливі винятки, наприклад, лінійний димовий сповіщувач 6500, який випускається не 500-ї серії і не живиться по шлейфу. Це окрема серія лінійних сповіщувачів 6500, в яку входить чотири типи неадресних і адресних сповіщувачів з 200 протоколом. Сповіщувач 6500R – неадресний, з реле; 6500 – адресний, без реле, наявність букви S в будь-якій версії означає наявність серводвигуна для тестування (R – реле, S – серводвигун).

## 2.6. Позначення пожежних сповіщувачів в проектній документації

Автоматичні і ручні ПС в проектах позначаються відповідно до ГОСТ 28130-89 “Пожарная техника. Огнетушители, установки пожаротушения и пожарной сигнализации. Обозначения условные графические”.

	Автоматичний точковий тепловий ПС
	Автоматичний лінійний тепловий ПС
	Автоматичний точковий димовий ПС
	Автоматичний лінійний димовий ПС
	Автоматичний точковий комбінований (тепловий-димовий) ПС
	Автоматичний ПС полум'я
	Ручний ПС

На кресленнях (планах, схемах) біля графічного позначення сповіщувача, праворуч, необхідно проставляти дріб, в чисельнику вказуючи номер шлейфа, в знаменнику – номер сповіщувача.

У випадку застосування різних типів сповіщувачів на одному плані (листі) розміщення мережі пожежної сигналізації, рекомендується біля сповіщувача наносити буквено-цифрове позначення (наприклад: Т 1/5, Д 2/3 і т.п.), де літери вказують на тип сповіщувача (Т - тепловий, Д - димовий, П – полум'я, К – комбінований).

При великій насиченості креслення допускається виконувати умовні графічні позначення без дотримання розмірів за ГОСТ 28130–89, в співвідношеннях, в яких вони вказані в ГОСТі. Позначення повинні бути дотримані в одному розмірі в межах листа.

### Контрольні питання

1. Які вимоги висуваються до ПС?
2. Загальна класифікація ПС.
3. Як класифікуються ПС за видом вихідного сигналу? Дати пояснення.

4. Як класифікуються ПС за способом зв'язку з ППКП? Дати пояснення.
5. Як класифікуються ПС за принципом реагування? Дати пояснення.
6. Як класифікуються ПС за видом контрольованих ознак пожежі? Дати пояснення.
7. Як класифікуються ПС за видом контрольованої зони? Дати пояснення.
8. Загальна класифікація ПС згідно ДСТУ EN 54-1:2003?
9. Як класифікуються ПС за явищем, що його виявляють, згідно з ДСТУ EN 54-1:2003?
10. Як класифікуються ПС за засобом реагування на виявлене явище, згідно з ДСТУ EN 54-1:2003?
11. Як класифікуються ПС за конфігурацією, згідно з ДСТУ EN 54-1:2003?
12. Як класифікуються ПС за здатністю повертатися у початковий стан, згідно з ДСТУ EN 54-1:2003?
13. Як класифікуються ПС за можливістю їх знімання, згідно з ДСТУ EN 54-1:2003?
14. Як класифікуються ПС за типом сигналу, що передається, згідно з ДСТУ EN 54-1:2003?
15. Як класифікуються теплові ПС, згідно з ДСТУ EN 54-5:2003?
16. Маркування ПС, згідно з ОСТ 25.829-78.
17. Маркування ПС фірми System Sensor.
18. Позначення ПС в проектній документації.

## Розділ 3 ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ТРАДИЦІЙНИХ ПОЖЕЖНИХ СПОВІЩУВАЧІ

### 3.1. Точкові теплові пожежні сповіщувачі

Тепловий ПС (heat detector) – це сповіщувач, який реагує на підвищення температури (на певне значення температури та (чи) швидкість її наростання).

В сучасних теплових ПС використовують різноманітні чутливі елементи параметри яких залежать від температури, а саме: легкоплавкі сплави; феромагнітні матеріали; термопари; біметалеві пластини; напівпровідники (терморезистори); термобарометричні, сегнетодіелектричні елементи; матеріали, які змінюють оптичну провідність від температури і т.д. [4]. Також для виявлення підвищення температури окремі ПС використовують різні закони фізики: ефект Хола; об'ємне розширення рідин, газів; залежність модуля пружності від температури тощо.

Одним із перших теплових порогових (максимальних) ПС був пристрій, який складався з металевої скрученої стрічки, яка під дією високої температури розмотувалася і замикала контакти електричного кола [51, 52]. Прикладом одного з перших диференціальних ПС може служити датчик, що складався з масивної цинкової рами і тонкої цинкової пластини. При повільному підвищенні температури збільшення розмірів рами і пластинки відбувалося одночасно. Однак, при швидкому підвищенні температури розмір пластинки збільшувався швидше, оскільки рама має велику теплоємність. При цьому замикалися контакти електричного кола – ПС спрацьовував.

В 60-тих роках був розроблений автоматичний тепловий максимальний ПС ДТЛ (рис. 3.1) [51]. Він складався з двох металевих пластин, спаяних спеціальним сплавом (сплав Вуда був розроблений ще в кінці XVIII століття), що руйнувався під впливом температури і внаслідок цього, розмикався електричний контакт. Оскільки сплав руйнувався, то ДТЛ необхідно було міняти після спрацьовування. На даний час даний ПС заборонений для використання.



Рис. 3.1. Тепловий максимальний ПС ДТЛ

підсумовується і поступає на блок обробки інформації. Термобарометричні ПС складаються з металевої трубки, запаяної з одного кінця і приєднаної

Широкого застосування набули також багатоточкові і термобарометричні теплові ПС. Багатоточкові ПС являють собою сукупність точкових сповіщувачів (наприклад, термопара), розташовані в єдиному електричному колі, сигнал від яких

іншим кінцем до блока обробки сигналу. В цьому випадку блок обробки містить датчик тиску. При нагріві трубки, тиск в ній підвищується. Інформація про вимірний тиск обробляється, відповідно до закладеного алгоритму і, за певних умов, блок обробки видає тривожний сигнал.

Простота виготовлення теплових порогових ПС і їх дешевизна зумовили їх велике застосування [67]. Однак слід мати на увазі, що ефективність традиційних точкових теплових ПС сама по собі надто низька, а ефективність максимального сповіщувача навіть в рамках теплових сповіщувачів найнижча, оскільки вони забезпечують видачу сигналу “Пожежа”, лише досягнувши температури деякого порогу (температури спрацювання). Недоліком цих сповіщувачів є те що вони спрацьовують, коли пожежа вже розрослася до значних розмірів: наприклад, в приміщенні з висотою стелі 3,5 метра тепловий сповіщувач з порогом 72°C спрацює при осередку пожежі 7,5 м<sup>2</sup>. Такі ПС розраховані на роботу в приміщеннях з умовно нормальною температурою 35°C. У всьому світі вже давно поняття ефективності системи нерозривно пов'язують із застосуванням ПС. Тому використання примітивних сповіщувачів з порогом (70-72)°C є неефективним для виявлення пожеж.

Диференціальні або максимально-диференціальні ПС ефективніші, оскільки вони здатні забезпечити видачу тривожного сигналу на ранній стадії розвитку пожежі за умов наявності швидкого підвищення температури. Однак наявність двох термоелементів і необхідність обробки сигналів від них викликає певне подорожчання сповіщувача.

У будь-якому випадку, застосування теплових ПС має сенс лише тоді, коли найбільш вірогідною ознакою виникнення пожежі є тепло, що виділяється.

Розглянемо теплові ПС, які використовують різноманітні чутливі елементи і які побудовані за різними принципами реагування.

#### *Теплові ПС з феромагнітним чутливим елементом*

Тепловий ПС з феромагнітним чутливим елементом, наприклад, ИП105-2/1 (рис. 3.2), відноситься до дискретних, неадресних, за принципом реагування - максимальний, звичайного виконання, придатний для безперервної роботи в звичайних та малоопалюваних приміщеннях. Він складається з пластмасової основи і кришки, під якою розміщено термочутливий елемент. Термочутливий елемент, в свою чергу, складається з геркона (магнітокеро-



Рис. 3.2. Тепловий ПС з феромагнітним чутливим елементом

магнітокеро-

ваного контакту) і магнітної системи (постійного магніту і феромагнетика). При підвищенні температури феромагнетик втрачає свої магнітні властивості, що приводить до перемикання геркона і, як наслідок, до розмикання електричного кола. При встановленні в контрольованому приміщенні нормальної температури, попередній стан ПС відновлюється.

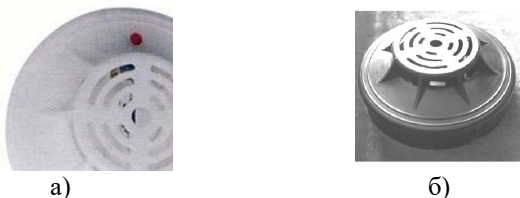
Температурний коефіцієнт магнітної проникності  $\beta$  визначається через зміну проникності матеріалу в залежності від зміни його температури за формулою:

$$\beta = \frac{(\mu_2 - \mu_1)}{\mu_1(t_2 - t_1)} ;$$

де:  $\mu_2, \mu_1$  – магнітна проникність матеріалу при температурах  $t_2, t_1$  відповідно.

Використання геркона дало змогу зробити ПС багаторазовим, на відміну від ДТЛ. Згідно з ДСТУ EN 54-5:2003 [26], ПС повинні мати світлову індикацію, тому зображений на рис. 3.2 ПС заборонений для використання.

Сьогодні на ринку є дуже багато ПС різних модифікацій, які використовують феромагнітні чутливі елементи (рис. 3.3).



**Рис. 3.3.** Теплові ПС з феромагнітним чутливим елементом:  
а) ИП-105-1; б) – ИП-105-1D

#### Теплові ПС з біметалевим чутливим елементом

Широко використовується ПС, які в якості чутливого елемента використовують біметалеву пластину (рис. 3.4). Біметалевий чутливий елемент представляє собою двошаровий сплав двох металів, які мають різні коефіцієнти теплового лінійного розширення. Активний шар виконано з металів з найбільшим коефіцієнтом лінійного розширення (мідь, бронза, м'яка сталь, латунь та ін.), пасивний шар має незначний коефіцієнт лінійного розширення (сталь + хром + молібден).

При нагріванні біметалевої пластини її активний і пасивний шари розширюються нерівномірно, в результаті чого вона прогинається в сто-

рону активного шару, роз'єднуючи електричне коло сигналізації. Значення прогину біметалевої пластини  $\delta$  при дії температури дорівнює:

$$\delta = 0,75 \frac{\beta_1 - \beta_2}{h} l^2 (t_2 - t_1)$$

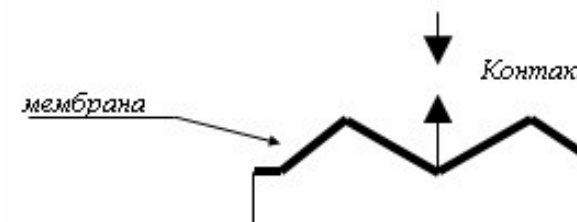
де:  $\beta_1, \beta_2$  – коефіцієнти лінійного розширення металів;  $h$  – висота пластини;  $l$  – довжина пластини;  $t_1, t_2$  – кінцеве і початкове значення температури пластини.



**Рис. 3.4.** Теплові ПС з біметалевим чутливим елементом:  
а) ИП - 103-4/1(1), б) ИП 103-7/3; в) ИП 103-5/3 С-В

Теплові ПС з чутливими елементами, які використовують об'ємне розширення газів

Пізніше з'явилися теплові ПС з чутливими елементами, які використовують об'ємне розширення газів (HL871-20, D601) [4].



**Рис. 3.5.** Чутливими елементами ПС, який використовує об'ємне розширення газів

Чутливим елементом сповіщувача є ємність, одна з поверхонь якої виконана у вигляді рухомої мембрани (рис. 3.5). Положення мембрани залежить від тиску всередині ємності, що змінюється залежно від навколишньої температури за законом:



$$\frac{P^*V}{T} = \frac{(P+dT)^*V}{(T+dT)},$$

$$dP = \frac{P^*dT}{T}$$

де:  $P$  – тиск в ємності;  $T$  – температура навколишнього середовища;  $V$  – об'єм ємності.

В ПС HL 871-20 (виробник: фірма HL Electronics, Ltd) (рис. 3.6а) в якості чутливого елемента використовується герметична камера з каліброваним отвором, одна з поверхонь якої виконана в вигляді рухомої мембрани. При швидкій зміні температури, в герметичній камері розширення повітря відбувається значно скоріше, ніж воно може вийти назовню через калібрований отвір. В результаті збільшення тиску в камері, рухлива мембрана, змінюючи своє положення, закорочує електроконтакт. ПС реагує на зміну температури за диференціальним принципом.

а) б)

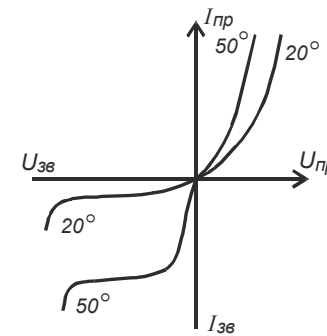
**Рис. 3.6.** Теплові ПС з чутливими елементами, які використовують об'ємне розширення газів:  
а) – модель HL871-20; б) – модель D601

За максимально-диференціальним принципом реагування на зміну температури в контрольованому середовищі працює ПС D601, виробник: фірма “Radionics”, США (рис. 3.6.б).

Спрацювання за диференціальним принципом в сповіщувачі відбувається аналогічно попередньому. Реагування ПС D601 за максимальним принципом досягається за допомогою легкоплавкого сплаву (припою Вуда), який утримує в стиснутому стані, розташовану всередині сповіщувача, активовану пружину. При підвищенні температури до розплавлення легкоплавкого сплаву, пружина звільняється та замикає електричний контакт.

Розглянутий ПС має високу стійкість до електромагнітних завад, але він не стабільно працює в умовах запиленості приміщення.

### Теплові ПС з напівпровідниковим чутливим елементом



**Рис. 3.7.** Вплив температури на вольт-амперну характеристику  $p-n$  переходу

Перспективним у розвитку теплових ПС є використання в якості чутливого елемента напівпровідникових елементів параметри яких залежать від температури. Властивості  $p-n$  переходу істотно залежать від температури навколишнього середовища. При підвищенні температури зростає генерація пар носіїв заряду – електронів і дірок, тобто збільшується концентрація неосновних носіїв і власна провідність напівпровідників. Це наочно показує вольт-амперна характеристика германієвого  $p-n$  переходу, яка знята при різних температурах (рис. 3.7). Як видно з рисунка, при підвищенні температури прямий і зворотній струми зростають, а  $p-n$  перехід втрачає свої основні властивості – односторонню провідність.

Залежність від температури зворотної вітки вольт-амперної характеристики визначається температурними змінами струму насичення. Цей струм пропорційний рівноважній концентрації неосновних носіїв заряду, яка із збільшенням температури зростає за експоненціальним законом. За таким же законом із зростанням температури збільшується і струм насичення

$$I_0(T) = I_0(T_0)e^{\alpha \Delta T},$$

де  $I_0(T)$  і  $I_0(T_0)$  – зворотні струми насичення при даній ( $T$ ) і кімнатній ( $T_0$ ) температурах;  $\Delta T = T - T_0$  – перепад температур;  $\alpha$  – коефіцієнт, який залежить від властивостей напівпровідника (для германію  $\alpha \approx 0,05...0,09 \text{ K}^{-1}$ ; для кремнію  $\alpha \approx 0,07...0,13 \text{ K}^{-1}$ ).

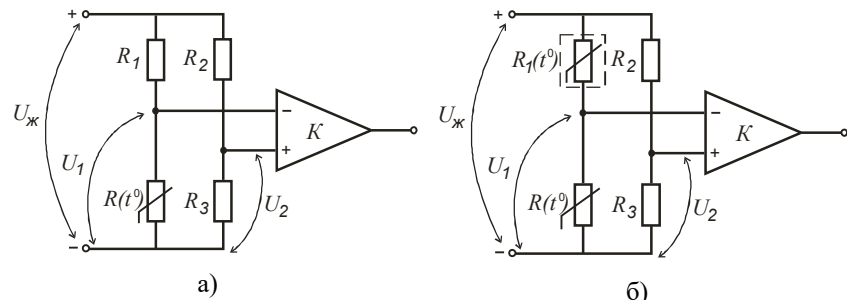
Для германієвих і кремнієвих  $p-n$  переходів зворотний струм зростає приблизно в 2-2,5 раза при підвищенні температури на кожних  $10^\circ \text{C}$ .

Прямий струм  $p-n$  переходу при нагріванні зростає не так сильно, як зворотний струм. Це пояснюється тим, що прямий струм виникає в основному через домішкову провідність. Але концентрація домішок від температури практично не залежить. Температурна залежність прямої вітки вольт-амперної характеристики визначається змінами струму  $I_0$  і показника експоненти.

Розглянемо приклад побудови теплового ПС на базі напівпровідникового елемента – терморезистора. Терморезистор – це напівпровідниковий елемент, опір якого значно змінюється при зміні температури. Во-

ни бувають з додатнім і від'ємним температурним коефіцієнтом. Із збільшенням температури опір терморезистора з додатнім температурним коефіцієнтом (позістор) зростає на декілька порядків, а опір терморезистора з від'ємним температурним коефіцієнтом (термістор) зменшується.

На рис. 3.8 зображена принципова схема напівпровідникового теплового ПС у якому використовується в якості чутливого елемента термістор.



**Рис. 3.8.** Принципові схеми напівпровідникових теплових ПС: а) максимального, б) диференціального принципу дії

Резистори  $R_2, R_3$  реалізують дільник напруги. Напруга на його виході рівна:

$$U_2 = \frac{R_3}{R_2 + R_3} U_{\text{ж}}.$$

Резистор  $R_1$  і термістор  $R(t^0)$  реалізують другий дільник напруги. Напруга на його виході буде змінюватися залежно від температури навколишнього середовища:

$$U_1 = \frac{R(t^0)}{R_1 + R(t^0)} U_{\text{ж}}.$$

Блок обробки сигналів компаратор (К) порівнює значення напруг  $U_1$  і  $U_2$  на його входах і на виході формує напругу  $U_{\text{вих}}$  з полярністю, яка відповідає найбільшому значенню з двох напруг  $U_1, U_2$ . Наприклад, в максимальних ПС (рис. 3.8а) у черговому режимі  $U_1 > U_2$ . На виході К маємо напругу  $U_{\text{вих}}$  з полярністю “-”. При підвищенні температури опір  $R(t^0)$  зменшується, отже значення  $U_1$  зменшується. Блок обробки сигналів переходить в тривожний режим за умови, коли  $U_1 < U_2$ . В цьому випадку, на виході К маємо напругу  $U_{\text{вих}}$  з полярністю “+”. В диференціальних напівпровідникових ПС (рис. 3.8б), введенням додаткового термоопору  $R_1(t^0)$ , який розміщують в екрані, створюють затримку у вимірювальному дільнику, що дає можливість виявити швидкість приросту температури.

Одним із прикладів таких ПС є тепловий максимальний сповіщувач ИПК-9 (виробник СКБ “Електронмаш”, Україна) (рис. 3.9), який призначений для виявлення вогнищ загорання, що супроводжуються збільшенням температури навколишнього середовища. Він переважно встановлюється в приміщеннях, де не можна застосувати ні димові сповіщувачі (приміщення запилені), ні теплові диференціальні сповіщувачі (температура в приміщеннях коливається із швидкістю понад  $5-7^\circ\text{C}/\text{хв}$ ). Сповіщувач відповідає класу А2 за ДСТУ EN 54-5:2003 [26].



**Рис. 3.9.** Тепловий максимальний сповіщувач ИПК-9

Сповіщувач активізується коли температура сягає  $60^\circ\text{C}$ . У приладі реалізований метод прямого вимірювання температури і порівняння із заданим пороговим значенням, що визначає високу надійність спрацьовування і дає змогу понизити практично до нуля вірогідність помилкової тривоги.

У сповіщувачі передбачений світлодіод для візуального контролю працездатності і сигналізації тривожного стану. При нормальній роботі в черговому режимі світлодіод блимає з частотою близько 1 Гц, а при спрацьовуванні сповіщувача він світиться постійно, що забезпечує індикацію локальної пожежної тривоги.

Для підключення сповіщувача до чотирипровідного шлейфа пожежної сигналізації передбачені виконання з релейними виходами – ИПК-9/1 з нормально замкнутими контактами реле і ИПК-9/2 з нормально розімкненими контактами реле.

Для підключення сповіщувача до чотирипровідного шлейфа пожежної сигналізації передбачені виконання з релейними виходами – ИПК-9/1 з нормально замкнутими контактами реле і ИПК-9/2 з нормально розімкненими контактами реле.

Зараз усе більше почали використовувати максимально-диференціальні теплові ПС [51, 52, 68-71]. Сучасні теплові ПС крім максимального порогу, при досягненні якого видається сигнал “пожежа”, ще й фіксують пожежонебезпечну ситуацію і швидкість наростання температури. Наприклад, якщо за хвилину температура підійнялася на 8 градусів, формується сигнал тривоги. У сучасних теплових ПС намітилася їх інтелектуалізація і застосування цифрової обробки інформації, при якій робота здійснюється з одним термоелементом. При цьому диференціальний канал забезпечує порівняння поточного значення із значенням, що зберігається в пам’яті ПС, а швидкість зміни визначається по вбудованому таймеру. До таких ПС відносяться, наприклад, сповіщувачі ИПК-7, ИПК-7/1, ИПК-7/2 Прем’єр (рис. 9.10 а), Polon-Alfa TUP-40 (рис. 3.10 б).

Сповіщувач ИПК-7 (виробник СКБ “Електронмаш”, Україна) складається з малоінерційного перетворювача температура/напруга і мікроконтролера для обробки результатів вимірювань. Робота сповіщувача поля-

гає у щосекундному вимірюванні температури навколишнього повітря, накопиченні зміряних значень протягом певного відрізка часу і обробці результатів вимірювань з метою визначення швидкості її зміни або контролю досягнення нею певного порогового значення. Безпосереднє вимірювання температури дає змогу фіксувати її зміну характерну при загорянні, починаючи не тільки з умовно нормальної, але і при від'ємній початковій (мінус 20°C) температурі навколишнього повітря, що дозволяє контролювати і неопалювані приміщення. Сповіщувач відповідає класу A2R за ДСТУ EN 54-5:2003 [26].

Сповіщувач ИПК-7 підключається до двопровідного шлейфа (10-30 В). Для підключення до чотирипровідного шлейфа передбачені виконання з релейними виходами – ИПК-7/1 з нормально замкнутими контактами реле і ИПК-7/2 з нормально розімкненими контактами реле.

Максимально-диференціальний тепловий ПС Polon-Alfa TUP-40 (виробник POLON-ALFA, Польща) (рис. 3.10б) призначений для виявлення загоряння в приміщеннях, в яких у першій фазі пожежі можна чекати надмірного або дуже швидкого зростання температури, і в яких, враховуючи існуючі умови, немає можливості встановити сповіщувачі диму. Сповіщувач призначений для використання з неадресними приладами або у відгалуженнях кіл адресних приладів виробництва POLON-ALFA чи інших виробників, що мають згоду POLON-ALFA на спільну роботу цих сповіщувачів з їх приладами. Тепловий ПС TUP-40 належить до класу A1R та пристосований до роботи в діапазоні температур від -25°C до +50°C. Сповіщувач відповідає вимогам норм ДСТУ EN 54-5:2003 [26].



**Рис. 3.10.** Максимально-диференціальні теплові пожежні сповіщувачі: а) ИПК-7; б) Polon-Alfa TUP-40

Тепловий ПС TUP-40 реагує на зростання температури у разі пожежі. Сповіщувач діє як максимальний – після перевищення температури спрацьовування, який відповідає даному класу і як диференціальний – при швидкому зростанні температури. Зміна температури навколишнього середовища контролюється електронною схемою сповіщувача з вимірювальним термістором, яка після виявлення зміни температури передає відповідний сигнал тривоги до ППКП. Сигнал тривоги може також бути

викликаний пошкодженням термістора. Сповіщувач має оптичний індикатор, який світиться в стані тривоги. Індикатор дає змогу швидко відшукати сповіщувач, який спрацював, та допомагає при періодичних перевірках працездатності сповіщувача. Якщо сповіщувач змонтовано в важко доступному місці або його погано видно, можна підключити додатковий оптичний індикатор (наприклад WZ-31), який монтується в зручному та доступному місці.



**Рис. 3.11.** Максимально-диференціальний тепловий пожежний сповіщувач ИП 101-23-A1R

досягне 58°C у разі повільнішого її збільшення. У сповіщувачі реалізований метод прямого вимірювання температури і швидкості її збільшення, що визначає високу надійність спрацьовування, за відсутності помилкових тривог. У ньому використовується спеціалізована інтегральна мікросхема "ASIC ECO1000", розроблена компанією SYSTEM SENSOR спільно з провідною швейцарською фірмою EM MICROMARIN. Ця аналого-цифрова мікросхема, що забезпечує широкий набір функцій, дала змогу в два рази скоротити кількість дискретних елементів і підвищити надійність датчика.

Сповіщувачі серії ECO1000 адаптовані для роботи з ППКП із знаковою напругою в шлейфі сигналізації. Крім того, спеціально для ППКП з чотирипровідною схемою включення компанія SYSTEM SENSOR випускає релейні бази E412NL, E412RL і модулі узгодження M412RL, M412NL, M424RL, до виходів яких можна підключати звичайні двопровідні шлейфи з сповіщувачами серії ECO1000. Для візуальної індикації стану сповіщувача встановлений світлодіод червоного кольору, який світиться в режимі "Пожежа" при будь-якій робочій напрузі живлення. Передбачена можливість включення світлодіодного виносного оптичного сигналізатора. У сповіщувачах серії ECO1000 використаний новий спосіб тестування, що не потребує драбин, жердин і інших громіздких пристосувань, за допомогою передачі кодованого сигналу з лазерного тестера на світлодіод датчика. Режим "Пожежа" зберігається і після розсіювання диму, повернення в черговий режим проводиться короткочасним вимиканням напруги живлення.

Тепловий максимально-диференціальний сповіщувач ИП 101-23-A1R (серія ECO1000, фірма System Sensor, Великобританія) (рис. 3.11) призначений для виявлення джерел загоряння за значенням температури навколишнього середовища і за швидкістю її наростання. Сповіщувач активізується при швидкості підвищення температури в місці його встановлення 8°C на хвилину і більше, або якщо температура

Тепловий сповіщувач ИП 101-07ем (рис. 3.12) (виробник Росія) [72], виконаний на базі мікроконтролера і напівпровідникового давача температури, який здійснює безпосередні заміри температури навколишнього середовища. Основна відмінність його від аналогів полягає у визначенні реального значення температури при тестуванні за допомогою світлової індикації.



**Рис. 3.12.** Тепловий пожежний сповіщувач ИП 101-07ем

Тепловий ПС ИП 101-07вт (рис. 3.13) відрізняється від попереднього розглянутого теплового сповіщувача цього класу високим діапазоном температури спрацювання (до 2500 °С), що і визначає широкі межі його застосування. ИП 101-07вт може застосовуватись в складі СПС та автоматичного пожежогасіння, для захисту об'єктів з підвищеною температурою навколишнього середовища, якщо запрограмувати високий поріг спрацювання. Це, наприклад, газоперекачувальні станції, котельні, сушильні камери в деревообробці, інші технологічні виробництва, пов'язані з високою температурою процесу.



**Рис. 3.13.** Тепловий пожежний сповіщувач ИП 101-07вт

Чутливий елемент сповіщувача ИП 101-07вт винесений за межі корпусу на гнучкому провіднику та розташований безпосередньо в зоні контролю температури. Довжина проводу чутливого елемента – 1,5 мет-

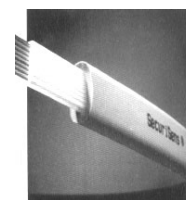
ра, але може бути змінена на прохання замовника.

До цього класу ПС відносяться також сповіщувачі ИП 101-07, ИП 101-07мд, ИП 101-07е [69, 71, 72].

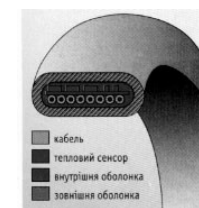
### 3.2. Лінійні теплові пожежні сповіщувачі

Важливим етапом в історії розвитку теплових ПС стала поява лінійних теплових сповіщувачів [58]. Лінійні ПС – це сповіщувачі, що спрацьовують за появи ознаки горіння поблизу визначеної довжини лінії. Основною їх перевагою є можливість захистити одним сповіщувачем велику площу і високі приміщення. Найбільш простим варіантом такого ПС є термокабель, який складається з двох провідників ізольованих між собою шаром матеріалу, що руйнується під дією температури. У місці виникнення локального перегріву термокабеля ізольовані провідники замикаються, що реєструється блоком обробки. Ширші можливості дає термокабель, провідники якого виконані із спеціального матеріалу, опір якого залежить від температури. У цих ПС блок обробки постійно вимірює опір провідників термокабелю і обробляє одержану інформацію відповідно до заданого алгоритму. Такі ПС мають ряд переваг. По-перше, це можливість запису алгоритму роботи в блоці обробки (який може бути розміщений поза зоною контролю). По-друге, наявність так званої кумулятивної (що підсумовує) дії, що дає змогу підсумовувати значення за довжиною відрізка кабелю, що піддався нагріву. Особливої актуальності це набуває на великих висотах.

Наприклад, сенсорний кабель SecuriSens TSC 511 (рис. 3.14) відноситься до резистивних лінійних теплових ПС. SecuriSens TSC 511 представляє собою герметичну систему реєстрації, яка інтегрована в кабель.



а)



б)

**Рис. 3.14.** Тепловий сенсорний кабель SecuriSens TSC 511:  
а) – загальний вид; б) – в розрізі

В плоский (8 жильний) кабель, який служить шиною даних і живлення, через визначені інтервали вмонтовано невеличкі термочутливі елементи (сенсори).

Термочутливий кабель під'єднується до пристрою оцінки, який постійно контролює сенсори на наявність змін їхнього стану (рис. 3.15). Адресність системи під час експлуатації досягається шляхом визначення опору кабеля на певних його ділянках. Логічна схема пристрою оцінки аналізує результат проведених вимірів і формує сигнал “Несправність”, “Пожежа”.

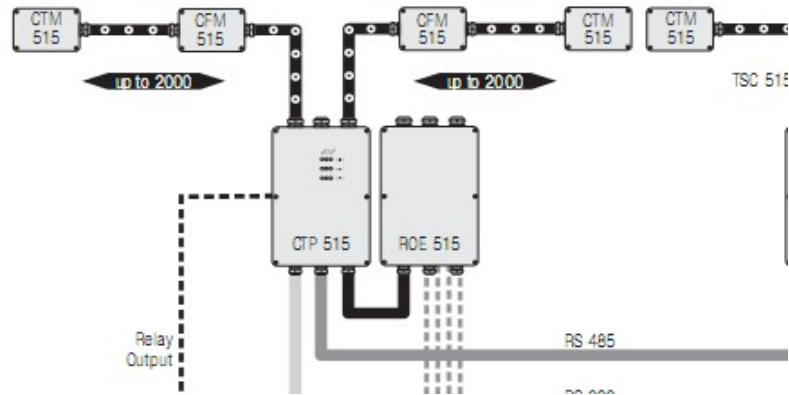


Рис. 3.15. Побудова системи з використанням TSC 511

Окремі сенсори можуть об'єднуватись в групи з можливістю застосування їх залежності або використовувати інші критерії оцінки. Максимальна довжина кабельної секції визначається залежно від відстані між сенсорами (мін. – 0,5 м). Довжина кабелю не повинна перевищувати 4 км.

Для надійного контролю великих за довжиною ділянок пропонують сучасні лінійні теплові ПС з підвищеною надійністю і захищеністю, які використовують в якості чутливого елемента світловодні кабелі, а в якості джерела світла – оптичні лазери. Принцип роботи ПС ґрунтується на вимірюванні часу повернення світлових імпульсів, які випромінює лазер і які проходять скрізь світловод по довжині. При пожежі, в місці підвищення температури змінюється оптична геометрія конструкції світловода (процес зміни зворотній), що приводить до часткового розсіювання світлового випромінювання лазера в цьому місці, і скорішого повернення світлових імпульсів. Частота світлових імпульсів підібрана таким чином, що є можливість визначити місце підвищення температури з точністю до 1–2 м, при загальній довжині світловода до 1500 м. Перевагами світловодних лінійних теплових ПС є стійкість до впливу навколишнього електромагнітного випромінювання, вологості, хімічних речовин, вібрації, перепадів тиску.

### 3.3. Точкові димові пожежні сповіщувачі

Однією з ознак пожежі є дим, оскільки у більшості випадків на першій стадії пожежі відбувається тління матеріалу, яке супроводжується задимленням. Для виявлення диму використовують, як правило, два принципи: фотоелектричний (оптичний) та іонізаційний (радіоізотопний) [4, 52, 73].

#### 3.3.1. Іонізаційні (радіоізотопні) пожежні сповіщувачі

Першим димовим ПС був точковий іонізаційний (радіоізотопний) сповіщувач [60]. Він містить джерело радіоактивного випромінювання з наднизьким рівнем випромінювання, нижчим за фонове значення. Зазвичай в якості джерела випромінювання використовується ізоотоп плутонію-239 (Pu-239), америцію-241 (Am-241) або радону-226 (Ra-226), дуже низької інтенсивності, який впливає тільки на молекули повітря в димовій камері (рис. 3.16) та розбиває їх на іони. Завдяки іонізації молекул повітря і наявності електричного поля в димовій камері забезпечується направлений потік заряджених частинок (струм іонізації). Значення струму іонізації залежить від: прикладеної до електродів напруги; потужності радіоактивного матеріалу; стану міжелектродного простору і вона визначається, як:

$$I_0 = \frac{2eS_n k}{h} \sqrt{\frac{N_0 U}{\alpha}}$$

де:  $e$  – заряд іонів,  $S_n$  – площа поверхні пластин камери;  $k$  – коефіцієнт рухливості іонів;  $h$  – відстань між електродами;  $N_0$  – кількість пар іонів за одиницю часу;  $U$  – напруга між електродами камери;  $\alpha$  – коефіцієнт рекомбінації іонів.

Камера максимально продувається в горизонтальному напрямі, захищена лише сіткою, верхня та нижня її частини виготовлені з металевих пластин (анод, катод), до яких підведена напруга. Попадання частинок диму всередину призводить до зменшення величини струму, що і фіксується схемою обробки.

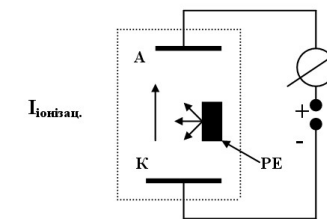


Рис. 3.16. Радіоізотопна камера

В сучасних радіоізотопних димових ПС, з метою завадозахищеності, використовують не одну, а дві радіоізотопні камери (РК), відкритої – для проникнення диму і закритої – для порівняння (рис. 3.17).

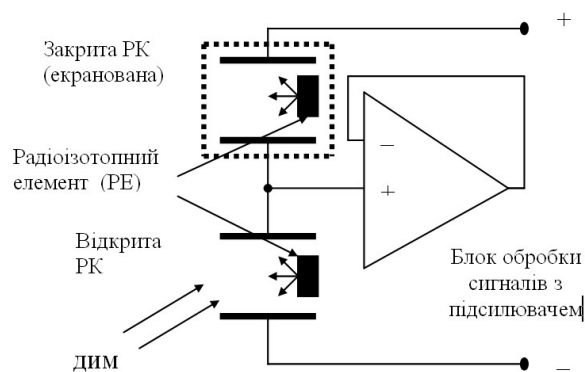


Рис. 3.17. Схема радіоізотопного димового ПС

У відкриту камеру вільно надходять продукти горіння, закрита камера призначена для компенсації впливу навколишнього середовища (тиск, вологість, температура). За відсутності диму зміна параметрів навколишнього середовища відбувається повільно, що призводить до однакової зміни параметрів всередині відкритої (чутливої) і закритої (компенсаційної) камер. У випадку пожежі продукти горіння попадають у відкриту (чутливу) камеру її параметри змінюються, що призводить до зміни падіння напруг на камерах. Різниця потенціалів, яка при цьому виникає, викликає спрацювання блока обробки сигналів.

З вітчизняних ПС добре відомі РИД-1 і РИД-6М (рис. 3.18). З іноземного виробництва – фірми-виробника System Sensor (рис. 3.19). У світі цей клас ПС дуже поширений, оскільки має високу чутливість на дим від тління деревини та шерсті і ефективніше за усі типи димових сповіщувачів реагує на дим від займання пластмас та ізоляції силових кабелів. Сповіщувачі цього типу забезпечують найвищий пожежний захист кабельних колекторів, тунелів, атомних електростанцій і ін. Є нормативні документи, за якими кабельні траси повинні захищатися саме радіоізотопними ПС. Крім того, вплив пилу на такий сповіщувач набагато нижчий.

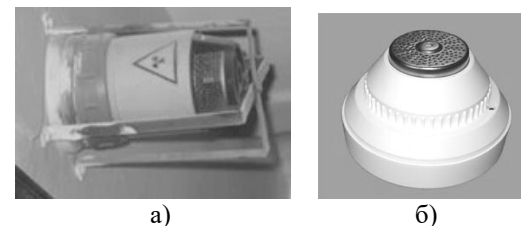


Рис. 3.18. Радіоізотопні пожежні сповіщувачі: а) РИД-1; б) РИД-6М

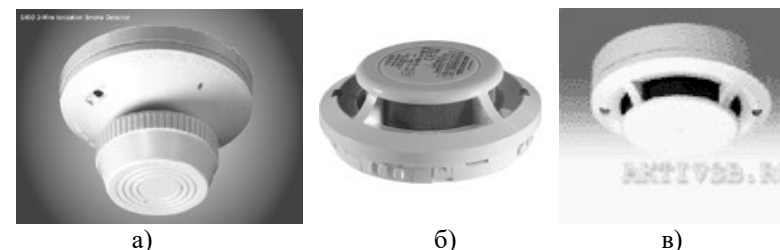


Рис. 3.19. Радіоізотопні пожежні сповіщувачі виробника System Sensor: а) 1400, 1412, 1424; б) 1151EIS (1ExibIIBT4 X); в) 1151E

### 3.3.2. Оптичні точкові димові пожежні сповіщувачі

Іншим типом димових ПС є точковий оптико-електронний димовий сповіщувач [4, 52, 74, 75]. Для виявлення диму оптичні точкові димові ПС використовують принцип розсіяного світла (ефект Тіндалля) та принцип проходження світла. Це найпоширеніший тип сповіщувачів (понад 80% димових сповіщувачів працюють за цим принципом). З розвитком технологій димові фотоелектричні ПС поступово витіснили іонізаційні на більшості ринків світу.

Усі сповіщувачі, які використовують ефект розсіювання світла на частинках диму, містять джерело випромінювання, яке освітлює певну частину димової камери і фотоприймач, направлений в цю зону. Їх оптичні осі перетинаються під кутом  $120^\circ$ . На фотоприймач не потрапляє ні зовнішнє світло, ні світло від джерела випромінювання (інфрачервоного світлодіода), але зона, яка утворюється перетином тілесних кутів поля зору фотоприймача і випромінювача, є зоною чутливою до диму. При пожежі дим (тверді, дрібні частинки) потрапляє в чутливу камеру і забезпечує заломлення і відбиття інфрачервоних променів, які випромінює світлодіод. Частина інфрачервоних променів при заломленні освітлює фотодіод, що веде до зміни його електричних параметрів. Коли відбитий сигнал досягає встановленого порогу, формується сигнал "Пожежа".

На рис. 3.20 умовно зображено чутливу камеру оптичного димового ПС з використанням принципу розсіяного світла, яка знаходиться: а) в черговому стані, б) в тривожному стані (коли дим потрапив в чутливу камеру).

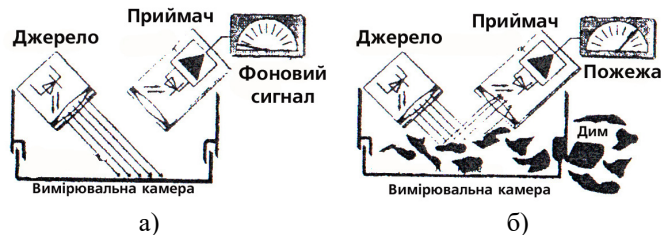


Рис. 3.20. Умовна схема чутливої камери оптичного димового ПС

Співвідношення світлових потоків: ( $\Phi_0$  – який виходить з світлодіода, до  $\Phi$  – потоку який падає на фотодіод) визначається за формулою:

$$\Phi = \Phi_0 k \frac{NV^2}{\lambda^4} (1 + \cos \theta);$$

де:  $\Phi_0$  – первинний потік світла (що виходить з світлодіода);  $\Phi$  – вторинний потік світла (що відбився від частинок диму і падає на фотодіод);  $N$  – число частинок в об'ємі диму;  $V$  – об'єм частинок;  $k$  – коефіцієнт пропорційності;  $\theta$  – кут, який визначає напрямок розсіяного світла;  $\lambda$  – довжина хвилі світла, що падає.

Конструкція димової камери і розташування випромінювача і фотоприймача повинні не тільки виключати пряме попадання променів на фотоприймач, але і знижувати до мінімуму рівень фонового сигналу відбитого від її стінок. При чому рівень фонового сигналу не повинен значно збільшуватися в процесі експлуатації при запиленні димової камери. Крім того, необхідно усунути вплив зовнішнього освітлення, забезпечити захист від електромагнітних перешкод, від вологи, від корозії і навіть від дрібних комах. Чутливість не повинна залежати від температури навколишнього середовища, від швидкості повітряного потоку, від напруги живлення і т.д. Все це визначає складність реалізації на перший погляд простого принципу димовизначення.

При розробці димової камери завжди доводиться враховувати, як мінімум, дві суперечливі умови, а саме, закрити доступ в камеру частинкам пилу і бруду, а також зовнішнього світла, і водночас полегшити доступ частинкам диму. Причому саме в розробці і виробництві димової камери і зосереджена основна вартість сповіщувача, оскільки від якості і складу матеріалу, конструкції і виконання камери залежить якість приладу. Тоді як вартість електронних компонентів практично однакова і ста-

новить невелику частину вартості ПС.

В перших вітчизняних оптичних сповіщувачах була відсутня не лише спеціалізована елементна база, але й не було навіть стандартних світлодіодів і фотодіодів [53]. Так, наприклад, в димовому фотоелектричному сповіщувачі ИДФ-1М як оптопара використовувалася лампа розжарювання типу СТ24-1,2 і фоторезистор типу ФСК-Г1. Це визначало низькі технічні характеристики сповіщувача ИДФ-1М і слабкий захист від зовнішніх дій: інерційність спрацьовування при оптичній щільності 15 – 20 % становила 30с, напруга живлення  $27 \pm 0,5$  В, струм споживання понад 50 мА, маса 0,6 кг, фонові освітленість до 500 лк, швидкість повітряного потоку до 6 м/с.

У комбінованому димовому-тепловому ПС ДИП-1 [53] уже використовується світлодіод і фотодіод, причому розташовані вони у вертикальній площині. Тут уже для виявлення диму використано не безперервне випромінювання, а імпульсне: тривалістю 30 мкс, частотою 300 Гц. Для захисту від завад застосовується синхронне детектування, тобто вхід підсилювача відкритий лише під час випромінювання світлодіода [4]. Це забезпечило вищий захист від завад і значно поліпшило характеристики сповіщувача: інерційність знизилася до 5 с при оптичній щільності 10%/м, тобто в 2 рази, маса зменшилась у 2 рази, допустима фонові освітленість збільшилась в 20 разів, до 10000 лк, допустима швидкість повітряного потоку збільшилась до 10 м/с. Для передачі сигналу тривоги в ДИП-1, як і в ИДФ-1М використовувалося реле, що визначало значні струми споживання: понад 40 мА – в черговому режимі і понад 80 мА в режимі тривоги, при напрузі живлення  $24 \pm 2,4$ В.

Димовий оптичний ПС 1981 року ИП 212-2 (ДИП-2) (рис. 3.21) [53] вже мав багато технічних рис, які збереглися і в сучасних сповіщувачах. Перш за все необхідно відзначити, що використання сучасної елементної бази і нових схемотехнічних рішень дало змогу відмовитися від реле і розробити сповіщувач для двопровідного підключення до приладів типу ППК-2, "УОТС" і ін. Струм споживання в черговому режимі був зменшений до 0,5 мА, а діапазон робочих напруг живлення розширений до  $24 \pm 10$  В. При активізації сповіщувача ИП 212-2 струм споживання підвищувався до 5 – 20 мА і включався червоний світлодіод. Чутливість ПС ДИП-2 була підвищена до 5% (0,22 дБ/м) від питомої оптичної щільності і її значення уже наближалося до вимог чинного НПБ 65-97, в яких вказано, що чутливість порогового ПС повинна вибиратися межах 0,05 – 0,2 дБ/м. Тривалість імпульсів світлодіода залишалася рівною 30 мкс, а частота була зменшена до 2 Гц. Для захисту від перешкод використовувалося синхронне детектування і активізація сповіщувача відбувалася лише при виявленні один за одним 4-х імпульсів, що перевищують встановлений поріг.

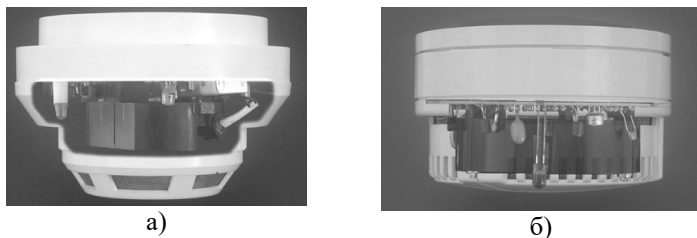


Рис. 3.21. Димовий пожежний сповіщувач: а) ДИП-2, б) ДИП-3

Основним недоліком розглянутих ПС була відсутність стабілізації рівня чутливості і її можливості зміни. Іншим істотним недоліком сповіщувача ДИП-2, як і наступного ДИП-3, були неефективні вертикальні димові камери і димозаходи, які не узгоджені з горизонтальними напрямками руху диму під перекриттям. Незважаючи на це сповіщувачі ДИП-2, ДИП-3 “дожили” до наших днів.

В плані обробки інформації значною мірою сучасні сповіщувачі ИП 212-44 (ДИП-44) (рис. 3.22а) [51], ИП212-45 (рис. 3.22б); ИП212-50 (рис. 3.22в) також використовують лише накопичення в приймальному тракті 4-х імпульсів. Причому на відміну від ДИП-2 та ДИП-3, в багатьох із них повністю виключене екранування фотодіода і електроніки, не дивлячись на те, що рівні електромагнітних перешкод порівняно з 80-ми роками, зросли на порядок.

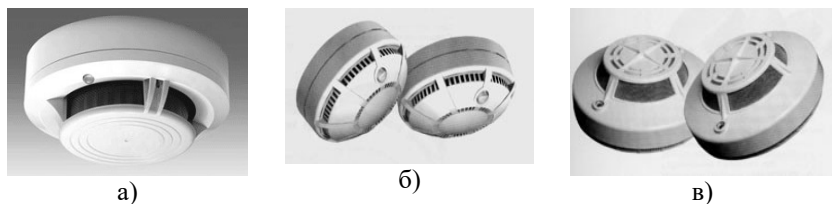


Рис. 3.22. Димові пожежні сповіщувачі:  
а) ИП 212-44 (ДИП-44); б) ИП212-45; в) ИП212-50

На етапі експлуатації ПС вкрай важливо контролювати його чутливість і її відповідність заданому діапазону. Не можна виявляти пожежу на ранній її стадії, при зниженні чутливості ПС у декілька разів. Значне підвищення чутливості також небажане, оскільки при цьому у багатьох випадках збільшується ймовірність помилкових спрацювань. Чутливість сповіщувача значно впливає на час виявлення пожежі. Експерименти показали, що час спрацювання димового ПС приблизно пропорційний до його чутливості, виражений в дБ/м. Коли немає контролю чутливості, то за відсутності технічного обслуговування спочатку відбуваються помил-

кові спрацювання, а з часом фоновий сигнал може досягти порогу "Пожежа" і сповіщувач перестане реагувати на сигнал "Скидання" з ППКП. З іншого боку при забрудненні оптопар, зниженні рівня випромінювання світлодіода, зменшенні підсилення приймального тракту і т.ін. відбувається зменшення чутливості і зниження фонового сигналу.

Для усунення цього недоліку в адресно-аналогових системах використовується автокомпенсація зміни рівня чутливості. За наслідками поточного контролю будь-яка повільна зміна значення контрольованого сигналу сповіщувача компенсується зміною порогу так, щоб його чутливість, яка визначається як різниця між пороговим рівнем і величиною сигналу, залишалася постійною, незалежно від накопичення пилу в димовій камері. У перших поколіннях адресно-аналогових систем компенсація проводилася в панелі, в сучасних системах компенсація здійснюється в сповіщувачі, а величина компенсації передається на панель для автоматичного прогнозу термінів технічного обслуговування.

Зарубіжні порогові димові ПС контролюють чутливість, що дозволяє своєчасно проводити технічне обслуговування і забезпечує високий рівень захисту об'єктів. Значення фонового сигналу фотодіода в черговому режимі характеризує стан димового сповіщувача. Коли поверхня димової камери припадає пилом, тоді фоновий сигнал на виході приймального тракту підвищується і відбувається збільшення чутливості. За відсутності технічного обслуговування спочатку відбуваються помилкові тривоги, а з часом фоновий сигнал може досягти порогу "Пожежа" і сповіщувач перестане реагувати на сигнал "Скидання" з ППКП. З іншого боку при забрудненні оптопар, зни-

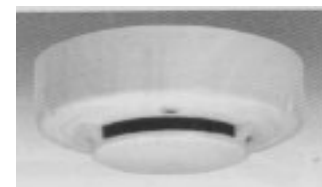


Рис. 3.23. Димовий ПС  
Leo optical

женні рівня випромінювання світлодіода, зменшенні підсилення приймального тракту і т.п. відбувається зменшення чутливості і зниження фонового сигналу. Встановлюється діапазон зміни фонового сигналу, який відповідає нормальній роботі сповіщувача.

У багатьох зарубіжних димових і димово-теплових ПС ці додаткові пороги використовуються для визначення несправності сповіщувача. Наприклад, досягши будь-якого нижнього або верхнього порогу вимикається індикація чергового режиму – включення світлодіода з періодом 10 с. Така функція є в сповіщувачі фірми System Sensor Leo optical [4] (рис. 3.23) минулого століття 2112/24, 2451 і інших, що дає змогу контролювати чутливість в процесі експлуатації і забезпечує економію витрат на технічне обслуговування. В них є можливість, залежно від умов експлуатації, встановити три значення чутливості (низьку, середню, високу).

За необхідності можна контролювати початкове значення фонового



сигналу в процесі експлуатації і задати жорсткіші рамки на зміну чутливості. На сповіщувачах є спеціальний роз'єм, через який підключається універсальний адаптер MOD400R. Він дозволяє вимірювати чутливість сповіщувача.

Новий підхід до цієї проблеми був запропонований декілька років тому розробником димового сповіщувача «ОДИН ДОМА» (ИП 212-49М) (рис. 3.24) [68]. Цей сповіщувач наділений повною системою само тестування з передачею сигналу про свою справність на традиційний (не-адресний) ППКП. Зараз випущена покращена модель «ОДИН ДОМА-2» (ИП-212-90) (рис. 3.25). Одною з її конструктивних особливостей є доступне розташування оптичної димової камери. Щоб почистити її від пилу, сповіщувач не потрібно розбирати, що дозволяє суттєво скоротити час його обслуговування та спростити сам процес.



*Рис. 3.24. Димовий ПС «ОДИН ДОМА (ИП 212-49М)»*



*Рис. 3.25. Димовий ПС «ОДИН ДОМА-2»*

Технічні характеристики ИП-212-90 близькі до ИП 212-49 АМ. «ОДИН ДОМА-2» сумісний зі всіма ППКП. Його система самотестування контролює справність електричної схеми детектора сповіщувача (оптичного тракту та підсилювачів), схеми логічної обробки сигналу, живлення сповіщувача. В ньому передбачена перевірка функціонування системи передачі сигналу у випадку несправності, яка здійснюється короткочасним натиском кнопки на сповіщувачі. «ОДИН ДОМА-2» компенсує запиленість димової камери, яка додатково захищена від пилу лабіринтним димовходом, здійснює цифрову обробку сигналу та аналіз ситуації за спеціальним алгоритмом, тим самим знижуючи вірогідність хибних спрацювань. Для ИП 212-90 спеціально був розроблений тестер запиленості ТЗИ-90, який дає змогу інструментально оцінити стан димової камери, тим самим знизити вплив людського фактора на якість обслуговування.



*Рис. 3.26. Димовий ПС Polon-Alfa DOR-4046*

Розглянемо для прикладу роботу димового сповіщувача Polon-Alfa DOR-

4046 (рис. 3.26). Мікропроцесорний інтерактивний адресний оптичний сповіщувач диму Polon-Alfa DOR-4046 призначений для виявлення видимого диму, який супроводжує виникнення більшості пожеж. Уможливорює виявлення пожежі на початковій стадії, коли матеріал тільки тліє, що відбувається загалом задовго до появи відкритого полум'я і помітного підвищення температури. Сповіщувач характеризується значною стійкістю до повітряних потоків, зміни тиску і конденсації водяної пари. Має високу чутливість на видимий дим.

Оптичний адресний сповіщувач диму Polon-Alfa DOR-4046 може працювати в адресних кільцевих колах виявлення ППКП системи POLON 4000.

Принцип дії оптичного сповіщувача диму Polon-Alfa DOR-4046 базується на основі явища Тіндалля – розсіювання світлового променя на часточках диму. Основною частиною сповіщувача Polon-Alfa DOR-4046 є оптичний вузол, що складається з електролюмінесцентного світлодіода, який випромінює світло в інфрачервоному діапазоні, а також фотодіода, що є приймачем випромінювання. Оптичний вузол і простір навколо нього закриті димовою камерою.

Конструкція оптичної камери гарантує поглинання зовнішнього світла та променів від внутрішніх відбивань світла, яке випромінює світлодіод. Частинки диму, що проникають в середину камери, відбивають світло, випромінюване світлодіодом. Відбите світло попадає на фотодіод і викликає появу фотоструму, який після підсилення та перетворення у цифрову форму, аналізується мікропроцесором сповіщувача. Стан тривоги сповіщувача сигналізується переривчастим свіченням червоного світлодіода, який розміщується на корпусі сповіщувача. Цей індикатор дає змогу швидко відшукати сповіщувача, який спрацював, та допомагає при періодичній перевірці роботи сповіщувача.

Зв'язок між приладом системи POLON 4000 і сповіщувачами Polon-Alfa DOR-4046 відбувається по адресному двопровідному колі. Унікальний, повністю цифровий протокол зв'язку дозволяє передачу довільної інформації від приладу до сповіщувача і навпаки, від сповіщувача до приладу.

Крім передачі до приладу оцінки пожежного стану і тенденції його зміни у своєму оточенні, сповіщувач може переслати на вимогу приладу поточне значення аналогової величини. Мікропроцесор, що керує роботою сповіщувача, перевіряє правильність функціонування його основних вузлів і у разі підтвердження відхилення від норми передає відповідну інформацію до приладу.

Сповіщувач Polon-Alfa DOR-4046 – це аналоговий сповіщувач, який містить схему цифрової саморегуляції, тобто підтримує постійну чутливість при поступовому забрудненні димової камери. Після перевищення встановленого порогу технічної тривоги сповіщувач передає до приладу системи POLON 400 інформацію про часткове забруднення ди-

мової камери. Цей сигнал генерується для інформування служби обслуговування, що при збереженні тенденції щодо забруднення і не прийняття відповідних дій, такий стан у майбутньому може призвести до того, що сповіщувач втратить усі свої задекларовані параметри. Проте необхідно підкреслити, що протягом 1/3 часу, що минув після останнього технічного обслуговування, сповіщувач буде повністю справним.

Сповіщувач обладнаний внутрішнім ізолятором коротких замикань, який роз'єднує справне коло шлейфа від сусідньої частини із коротким замиканням, що робить можливим подальшу безперебійну роботу сповіщувача. Стан тривоги сигналізується червоним блиманням індикатора. Стан несправності, технічної тривоги, активації ізолятора коротких замикань сигналізується жовтим блиманням індикатора.

В сповіщувачі регулюється рівень чутливості. Чутливість встановлюється з приладу шляхом вибору одного із рівнів чутливості: режим роботи 1 – нормальна чутливість, режим роботи 2 – підвищена чутливість, режим роботи 3 – знижена чутливість. Режими роботи сповіщувача (крім варіантів тривоги у приладі) дозволяють користувачу оптимально пристосувати систему до роботи у визначеному середовищі.

У простих не інтелектуальних ПС відстежити і проконтролювати процес накопичення пилу практично неможливо, тому відповідно до регламенту ПС доводиться розбирати і чистити, що потребує матеріальних витрат. Сучасні ПС компенсують запылення в процесі експлуатації, вони набагато більше захищені від помилкових спрацьовувань, дозволяють в процесі експлуатації визначити рівень запылення. Тобто, можна спрогнозувати, коли той або інший ПС необхідно почистити.

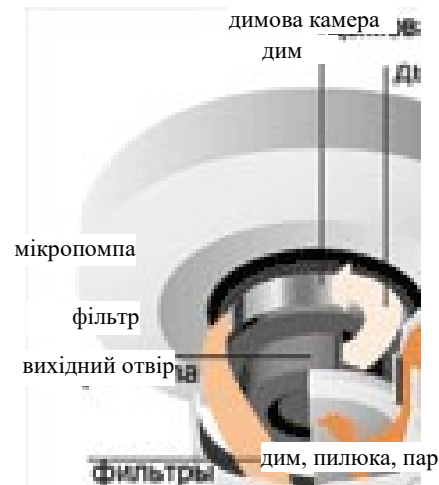


Рис. 3.27. Конструкція фільтрексного сповіщувача

Для гранично запылених зон (мукомельні комбінати, пилорами, кондитерські цехи, мильні, меблеві і целюлозно-паперові фабрики, підприємства з переробки відходів, м'ясо-молочні комбінати) використовують фільтрексні сповіщувачі [16, 76, 77]. У цих важких умовах (пил або водяна суспензія) звичайні димові ПС не можуть використовуватися через швидке (протягом 1 – 2 тижнів) заповнення димових камер пилом. Фільтрексні сповіщувачі оснащені мікропомпою, що

забезпечує приток навколишнього повітря в димову камеру, але не безпосередньо, а через два 32-мікронні фільтри (рис. 3.27). Фільтр вільно пропускає частинки диму для оцінки оптичної щільності середовища, а пилосуспензія залишається на фільтрі.

Більш ефективно виявляють дим будь-якого складу і розміру частинок (світлий, темний, дрібні, середні, великі частинки) оптичні димові ПС, що працюють за принципом проходження світлового потоку. Послаблення світлового потоку визначається за формулою:

$$\Phi = \Phi_0 e^{-kcl},$$

де:  $\Phi_0$  – первинний потік світла (що виходить з світлодіода);  $\Phi$  – вторинний потік світла (що проходить через вимірювальний канал і падає на фотоприймач);  $e$  – основа натурального логарифма;  $k$  – коефіцієнт пропорційності (поглинання), що залежить від довжини хвилі світла ( $\lambda$ ) та діаметра частинок диму ( $d$ );  $c$  – концентрація диму;  $l$  – товщина шару диму.

В ПС застосовують технології інтелектуальної цифрової обробки сигналів, які дають змогу уникнути хибних спрацьовувань, не знижуючи чутливості. До таких сповіщувачів відноситься ПС Securistar® - ESD530 (фірми "Securiton AG", Швейцарія) (рис. 2.28).

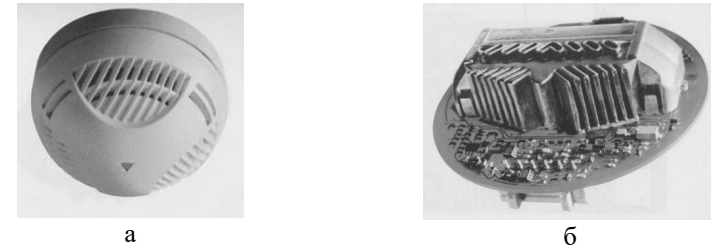


Рис. 3.28. Сповіщувач ESD 530 (SSD 530): а) зовнішній вид; б) будова вимірювальної камери на друкованій платі

В ПС внутрішня оптична камера поділена на дві ізольовані частини, які утворюють два незалежних канали і у які спрямовуються промені світла від одного світлодіода (рис. 3.29). Одна частина проходить в опорний вимірювальний канал, а друга - в канал виявлення диму. Опорний вимірювальний канал служить для компенсації впливу коливань температури та процесів старіння, що дозволяє здійснювати самоконтроль функціонування сповіщувача.



Рис. 3.29. Загальний принцип роботи ПС ESD530

У каналі виявлення диму відбувається безперервний контроль повітря на наявність у ньому частинок диму. Потрапляючи на фотоприймач, обидва промені вимірюються, підсилюються й подаються на цифровий процесор обробки сигналів, який використовує закладені в нього алгоритми.

За відсутності диму в каналі виявлення, вихідні рівні сигналу каналів виявлення диму і опорного вимірювального однакові. Якщо до каналу виявлення диму потрапляють продукти горіння, промінь від світлодіода, який проходить через цей канал, послаблюється, що, в свою чергу, зменшує надходження світла на фотоприймач каналу. При цьому визначаються такі параметри:

- середнє значення вимірюваного сигналу;
- швидкість приросту зміни сигналу;
- корекція дрейфу.

Після цього отримані результати порівнюються й оцінюються системою за допомогою нечіткої логіки.



Рис. 3.30. Димовий пожежний сповіщувач DO1151

Дещо інакше працюють сповіщувачі DO1151, DO1152 (фірма "Cerberus AG", Швейцарія) (рис. 3.30), які також використовують принцип проходження світла. В ПС є спеціальний чутливий елемент, що містить джерело світлового випромінювання та його приймач. Вмонтований в ПС мікропроцесор з енергонезалежною пам'яттю і алгоритмом обробки інформації (AlgoLogic)

аналізує значення оптичної щільності між джерелом світлового випромінювання та його приймачем, динаміку її зміни за тривалий період, визначає хибні коливання параметрів навколишнього середовища, що контролюється; визначає функціональний стан ПС за чотирма рівнями.

Розроблені алгоритми забезпечують адаптацію ПС до умов навколишнього середовища (забруднення, побічні димові, світлові, електромагнітні та ін. перешкоди). Сповіщувачі монтуються у відповідні бази, мають спеціальний тестер і вмонтований індикатор реагування.

### 3.4. Лазерні точкові димові пожежні сповіщувачі

У димових оптико-електронних ПС в якості джерела випромінювання використовується світлодіод, що і визначає потенційну чутливість димового сповіщувача. Для підвищення чутливості необхідно збільшувати яскравість випромінювання, а це призводить до збільшення фонового сигналу, відбитого від стінок димової камери, який, до того ж, підвищується при їх запыленні. Останнім часом з'явився ще один тип димових ПС – адресно-аналогові лазерні сповіщувачі. У лазерному димовому сповіщувачі, як випливає з назви, в якості джерела випромінювання використовується мініатюрний лазер (рис. 3.31) [16].

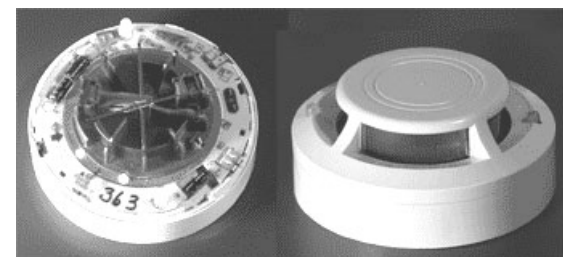


Рис. 3.31. Конструкція і зовнішній вигляд лазерного сповіщувача

Яскравість випромінювання лазера приблизно на два порядки вища, ніж у світлодіода, а фокусування променя забезпечує, практично, повну відсутність віддзеркалень від стінок димової камери. В результаті, лазерний сповіщувач забезпечує виявлення задимлення на рівнях питомої оптичної щільності приблизно в 100 разів менших, ніж сучасні світлодіодні порогові сповіщувачі. Тобто цей надчутливий прилад має в 100 разів вищу чутливість в порівнянні з оптико-електронними сповіщувачами. Висока яскравість випромінювання лазера забезпечує високий рівень віддзеркалення від частинок диму мінімальної щільності.

Використання лазерної технології дозволяє вимірювати точковим сповіщувачем оптичну щільність середовища на рівнях 0,001 дБ/м і реалізувати в адресно-аналогових ППКП алгоритми обробки інформації, що поступає одночасно від декількох сповіщувачів, встановлених в одному приміщенні.

Сфера їх застосування – об'єкти, в яких зупинка роботи призводить до втрат, які набагато більші від самої пожежі (банки, станції стільникового зв'язку і телекомунікацій і ін.).

### 3.5. Лінійні димові пожежні сповіщувачі

Лінійні димові ПС, як правило, використовуються для захисту великих площ, високих приміщень і приміщень великої довжини. На відміну від точкових ПС, вони контролюють зону від приймача до передавача, яка доходить до 100 метрів. Лінійні ПС працюють за принципом реєстрації проходження інфрачервоного променя через контрольовану зону. З появою диму в будь-якому місці, впродовж лінії інфрачервоного променя, через розсіювання, до приймача надходить послаблений промінь, рівень освітленості приймача зменшується і при певному його зниженні сповіщувач видає сигнал тривоги.



*Рис. 3.32. Однокомпонентний лінійний димовий пожежний сповіщувач. Виробник System Sensor*

Існують і однокомпонентні лінійні ПС (рис. 3.32). В одному блоці такого датчика знаходиться приймач і передавач, а в кінці контрольованої зони розташований пасивний рефлектор, який не потребує живлення, ні підведення шлейфа, ні юстирування. Тобто, забезпечується економія на монтажі, кабелі та юстируванні. Але найголовніше, в порівнянні з точковими ПС, в лінійних відбувається підсумовування сигналу за всією зоною, де проходить промінь, до того ж немає втрат часу на вентиляцію димової камери. Із збільшенням висоти приміщення питома оптична щільність (концентрація диму) зменшується, оскільки дим розповсюджується на більшу площу - в цьому випадку необхідна більша кількість точкових сповіщувачів. А ефективність роботи лінійних сповіщувачів практично не знижується, тому що сигнал проходить через всю товщу диму, а в однокомпонентному сповіщувачі з рефлектором – навіть двічі. Це як шар води зав-

товшки в 1 метр здається абсолютно прозорим, тоді як шар в 10, 20, 30, а тим більше 100 – 200 метрів дає суттєве послаблення світла, з'являється певний колір. Цей ефект дозволяє забезпечувати ефективний захист спортивних споруд, торгових і виставкових залів. За європейськими нормами лінійні ПС допускається використовувати для захисту людей в приміщеннях заввишки до 25 метрів, для захисту майна – до 40 метрів з розташуванням через 9 – 15 метрів, при цьому із збільшенням висоти розміщення не потрібно частіше їх встановлювати.



*Рис. 3.33. Однокомпонентний лінійний димовий пожежний сповіщувач Polon-Alfa DOP-40*

Розглянемо для прикладу димовий оптичний лінійний ПС Polon-Alfa DOP-40 (рис. 3.33). Polon-Alfa DOP-40 призначений для виявлення диму, який виникає в початковій стадії розвитку пожежі. Застосовується в основному для охорони приміщень великої площі у яких необхідно було б використати велику кількість точкових сповіщувачів диму або встановлення таких сповіщувачів ускладнене. Лінійні сповіщувачі диму мають чутливість на середнє значення щільності диму на шляху пучка інфрачервоних променів, а тому, головним чином, придатні для використання під високими стелями або там, де може виявлятися розпорощення диму на великій площі. Головною властивістю сповіщувача DOP-40 є розміщення передавача та приймача інфрачервоного випромінювання в одному корпусі та робота з рефлектором, або групою рефлекторів, що розміщені навпроти. В корпусі сповіщувача знаходиться лазерний приціл, який полегшує наведення співвісності оптичного шляху між сповіщувачем та рефлектором або групою рефлекторів. Сповіщувач може працювати в закритих приміщеннях в діапазоні температур від -25°C до +55°C при відносній вологості до 95%. Сповіщувачі DOP-40 можуть працювати тільки з СПС виробництва POLON-ALFA: неадресними IGNIS та адресними POLON 4000 (при використанні адаптера ADC-4001).

Робота ПС полягає у постійному аналізі оптичної прозорості повітря у просторі між сповіщувачем і рефлектором, або комплектом рефлекторів. Сповіщувач може працювати в одному з чотирьох режимів: черговому, тривоги, несправності – переривання світлового променя, несправності – забруднення. Якщо у повітрі знаходиться певна, визначена кількість аерозолі (диму), що зменшує прозорість нижче встановленого порогу чутливості, сповіщувач увійде у стан тривоги. Повне переривання потоку випромінювання (або його відбиття через появу стороннього предмета на шляху променя) визначається як стан несправності, оскільки навіть найбільша концентрація

диму в повітрі ніколи не призведе до повного перекривання оптичного шляху сповіщувача. Якщо повітря чисте, сповіщувач перебуває у черговому режимі. Довготривала експлуатація сповіщувача, особливо у приміщеннях із сильним запиленням, може призвести до забруднення (запилення) оптичного вузла сповіщувача і рефлектора, або комплекту рефлекторів. Сповіщувач для збереження постійної чутливості і здатності виявляти загрозу пожежі на великому інтервалі часу має багатофункціональну схему автоматичної компенсації впливу забруднення і умов оточення. Ці схеми гарантують, що поріг чутливості ПС залишиться таким самим у всьому діапазоні компенсації. При певному рівні забруднення сповіщувач активує стан несправності, що свідчить про необхідність виконання регламентних робіт для його очищення. Однак в цьому стані сповіщувач і надалі спроможний нормально виявляти дим і входити в стан тривоги. Активація несправності в результаті забруднення потребує очищення рефлектора, або комплекту рефлекторів, та передньої сторони сповіщувача. Після очищення сповіщувач пристосовується до нових зовнішніх умов та автоматично змінює свій стан з несправності на черговий режим. Елементом для аналізу в сповіщувачі DOP-40 є мікропроцесор. Після настройки оптичного шляху сповіщувача та ручного запуску (натискання кнопки СТАРТ) процесу аналізу умов навколишнього середовища процесорний вузол перевіряє правильність діапазону напруги живлення сповіщувача, температуру навколишнього середовища та встановлений поріг чутливості. Після запису цих параметрів в своїй пам'яті вмикає програму саморегуляції сповіщувача. В момент старту програми потужність випромінювання передавача становить 50 % від свого максимального значення. Після аналізу вона коригується вгору або вниз залежно від відстані між сповіщувачем та рефлектором (або комплектом рефлекторів) та домінуючих умов праці. Процес саморегуляції закінчується при досягненні оптимального значення з точністю  $\pm 5\%$ . На наступному етапі опрацьовуються критерії прийняття рішення для різного перебігу пожеж, наприклад, для пожежі, що швидко розгортається, або пожежі, що повільно розгортається. Ці дані зберігаються в енергонезалежній пам'яті сповіщувача і циклічно перевіряються. Викликані димом зміни вимірювальних параметрів, з точки зору опрацьованих таким чином порогів спрацювання після триразової верифікації приймаються процесором як пожежа.

### 3.6. Аспіраційні димові пожежні сповіщувачі

Цікаві достатньо нові технічні рішення, коли система примусово відбирає повітря з контрольованого приміщення по трубках з отворами для димозаходу. Це так звані аспіраційні димові ПС. Звичайний точковий ПС завжди має певну інерцію спрацювання, адже для того, щоб повіт-

ря з димом увійшло до димової камери датчика, потрібний певний час. Це приводить до зниження реальної чутливості, яка може досягати 10 разів, при невдалій конструкції димового сповіщувача. Тобто, концентрація диму усередині датчика буде довгий час нижчою від порогової, хоча щільність диму в приміщенні у декілька разів може перевищувати чутливість, яку він показує при примусовому вентиляванні на сертифікаційних випробуваннях. Хоча вплив цього ефекту враховується в нормативах при випробуваннях за тестовими пожежами, але це не впливає на якість виявлення загоряння. Швидкість заповнення датчика димом в основному залежить від співвідношення площі димовходу і об'єму корпусу. Дим не може швидко заповнити димову камеру через декілька маленьких отворів або через вузьку щілину в корпусі так як і неможливо швидко провітрити велику кімнату, відкривши одне вікно.

Останнім часом аспіраційні димові ПС все ширше застосовуються для захисту найбільш важливих об'єктів і приміщень, наприклад, обчислювальних центрів, пультів управління або комутаторних приміщень електронних вузлів зв'язку, музеїв, банків і т.ін., там, де втрати навіть від незначної пожежі можуть бути досить значними і тому потрібно максимально швидко виявляти пожежонебезпечну ситуацію. Вони ефективні у великих приміщеннях, в приміщеннях з високими стелями, можуть використовуватися в місцях, важкодоступних для монтажу і обслуговування точкових сповіщувачів і т.д.

Аспіраційний димовий ПС складається з системи трубок з отворами для забору повітря і центрального блока, з вентилятором для забезпечення потоку повітря і димового ПС (рис. 3.34). Зовнішній вигляд центрального блока (аспіраційний блок) показано на рис. 3.35.

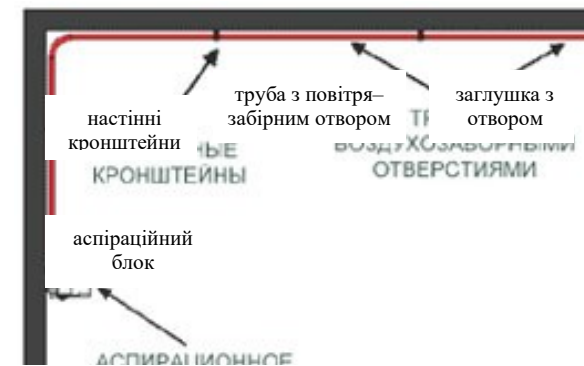


Рис. 3.34. Встановлення аспіраційного пожежного сповіщувача в приміщенні



*Рис. 3.35. Центральний блок*

Коли повітря відбирається з приміщення через трубку за допомогою вентилятора, інерційний ефект зменшується, і чутливість істотно підвищується. При використанні ультрочутливого лазерного сповіщувача така система може контролювати до 1600 квадратних метрів забезпечуючи забір повітря через велике число отворів, довжина трубки може сягати 70 – 100 метрів. При цьому формується декілька сигналів на різних етапах розвитку пожежонебезпечної ситуації. І як в адресно-аналоговій системі, попередні сигнали про пожежну небезпеку дають змогу ліквідувати загоряння підручними засобами з мінімальними втратами і без евакуації людей. Опитування в таких системах, як і в адресно-аналогових і адресних опитувальних, відбувається практично миттєво, звичайно з періодом 3 – 5 с, максимум 10 – 15 с. За цей час пожежна ситуація не може різко змінитися, тому ефективність роботи залишається досить високою.

Фахівці відзначають, що аспіраційна система звичайно забезпечує кращий захист, але монтаж, обслуговування і контроль абсолютно окремої системи, потрібної лише для невеликої кількості приміщень, завжди вважалися нелогічним і невиправдано дорогим засобом. Для забезпечення ефективнішого і економічно вигіднішого рішення для умов, де може бути необхідною аспіраційна система, була розроблена комбінована система, яка поєднує в собі кращі якості адресно-аналогової системи з точковими ПС і аспіраційного димозахисту.

Аспіраційні системи з високочутливими лазерними оптичними точковими датчиками LASD (лазерний аспіраційний димовий ПС) є найефективнішим засобом забезпечення своєчасного попереджувального захисту для таких приміщень, як виробничі приміщення, кімнати зв'язку, лікарняні приміщення з високотехнологічним діагностичним обладнанням, інформаційні центри, комп'ютерні установки, центри управління і інші приміщення з дорогим обладнанням.

Пристрої аспіраційної системи LAS виконані у двох варіантах: одноканальні і двоканальні. Вони підтримують протокол адресно-

аналогової системи і оснащені точковими високочутливими лазерними димовими ПС. Інша лінія – це використання одно- або двоканальних пристроїв індикації диму, відповідно з однією або двома (роздільно за кожним каналом) групами релейних виходів сигналів "Попередження", "Пожежа", "Несправність", за допомогою яких вони підключаються до шлейфів традиційних систем. В обох версіях, одноканальні пристрої можуть бути з'єднані з другим ПС з метою забезпечення альтернативних можливостей або двосторонньої індикації.

Одно- або двоканальні LASD поєднують в собі кращі якості обох напрямків, використовуючи в якості датчика аспіраційної системи адресно-аналогові лазерні точкові ПС. В одноканальному аспіраційному пристрої може бути встановлений другий додатковий точковий сповіщувач, що забезпечує підтвердження сигналу пожежа від першого сповіщувача, що є обов'язковою вимогою для систем з автоматичним включенням систем пожежогасіння. Другий сповіщувач може бути також використаний для забезпечення альтернативних можливостей.

Один вентилятор, який встановлений на пристрої, використовується для всмоктування повітря в трубу через повітрязабірні отвори. У двоканальних системах використовується один загальний вентилятор для забору повітря з обох труб. Інтенсивність потоку для кожного каналу відображається на гістограмному дисплеї пристрою. Довжина труб, через які з приміщення, що захищається, в аспіраційній пристрій передаються проби повітря, може складати до 75 м. Кожна точка відбору проб забезпечує всмоктування повітря з площі кола радіусом приблизно 7,5 м, що еквівалентне одному точковому димовому ПС. Таким чином теоретично забезпечується зона охоплення кожної труби приблизно в 1000 м<sup>2</sup>. Переважно діаметр труби становить 25 мм, а точками відбору проб є отвори з номінальним діаметром 3 мм, які свердяться в трубах в необхідних місцях під час монтажу, хоча часто точне значення діаметра залежить від відстані до датчика і загальної кількості отворів в трубі.

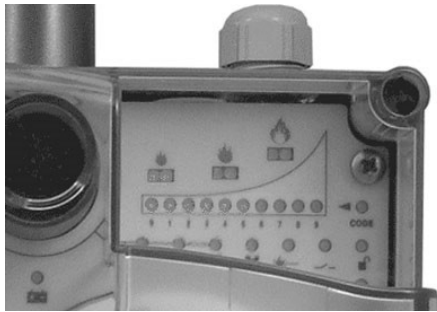
Однією з основних переваг пристроїв є можливість їх інтеграції в стандартну адресно-аналогову систему, але вони можуть використовуватися і як автономні пристрої з релейними контактними виходами на випадок пожежі або збою в роботі.

Аспіраційний пристрій має велику ефективність у разі використання його як частини адресно-аналогової системи, оснащеної протоколом System Sensor 200+. Інтерфейс з вбудованим транслятором забезпечує визначення точкових детекторів в якості стандартних оптичних пристроїв, що усуває необхідність оновлення програмного забезпечення засобів при прямому зверненні до датчика з панелі управління. Безпосередньо датчик визначається системою як адресно-аналоговий лазерний димовий ПС зі встановленою на ньому адресою, і та ж адреса дублюється в адрес-

ному просторі модулів для передачі повідомлень

Залежно від розміру і форми приміщення, повна схема установки може бути розрахована при проектуванні пожежної системи з урахуванням вимог, які розроблялися впродовж багатьох років, до розміщення точкових димових ПС із стандартним рівнем чутливості. У разі потреби вищих рівнів чутливості, розміщення сповіщувачів необхідно переходити на загальноприйняті європейські норми і правила (Codes of Practice), наприклад, британський стандарт BS6266.

На рис. 3.36 показано панель аспіраційного ПС серії LASD. Результати вимірювання оптичної щільності середовища кожним датчиком відображаються пристроєм на графічних світлодіодних індикаторах. Кожна дискрета індикатора відповідає заданому рівню оптичної щільності з високою точністю.



*Рис. 3.36. Графічний дисплей аспіраційного ПС серії LASD*

Аспіраційні ПС серії LASD оснащені індикаторами, що відображають стан елементів пристрою, які забезпечують необхідну інтенсивність потоку повітря і інші параметри:

- потік повітря: нормальний, низький, інтенсивний;
- загальний збій;
- збій в роботі вентилятора ;
- зниження напруги батареї (якщо вона встановлена);
- порушення енергопостачання (якщо живлення подається не від зовнішнього джерела постійного струму 24 В);
- сигнальне сповіщення;
- сигнал про необхідність вживання відповідних заходів;
- пожежна тривога;
- гістограма рівня задимленості або швидкості повітряного потоку;
- збій в роботі димового ПС.

Основна перевага аспіраційних пристроїв LASD – можливість поєднання робочих характеристик і високої чутливості аспіраційної системи із зручністю, і експлуатаційною гнучкістю адресно-аналогової системи і можливість підключення до традиційної порогової системи. Аспіраційний лазерний ПС може доповнювати можливості точкових димових ПС, що гарантує надійний захист екстремально важливих, важкодоступних або великих приміщень. Економічні і функціональні переваги установки аспіраційної системи як частини загальної СПС достатньо значні.

Загальна СПС, в якій окремі ділянки можуть контролюватися точковим або аспіраційним сповіщувачами, залежно від того, який з них необхідний, гарантує високий рівень захисту, який може стати ще однією перевагою цього комбінованого рішення.

Не дивлячись на те, що аспіраційна система набагато чутливіша до пожежі, яка виникає, або перегріву обладнання, ніж оптичні димові ПС загального застосування, вони все ж таки мають ряд недоліків.

Основні недоліки:

- вона є автономною системою, що працює паралельно з основною системою пожежного захисту, отже це спричиняє додаткові витрати;
- на відміну від адресної системи індикації, спрацьовує сигналізація для всього приміщення, а не для окремої ділянки, на якій розташований ПС.

Існують і інші мінуси:

- відбір повітря з приміщення, що захищається, забезпечується електромеханічним обладнанням;
- повітря всмоктується за допомогою невеликих отворів, розташованих по всій довжині труби, тому відбувається зниження концентрації диму завдяки розбавленню чистим повітрям, що всмоктується з інших частин приміщення, достатньо великих;
- через зниження концентрації продуктів горіння, для налаштування потрібного рівня чутливості на окремій ділянці системи необхідно значно підвищувати чутливість датчика, а не потрібної окремої ділянки. Наприклад, в системі з 10 отворами і необхідним рівнем чутливості, що дорівнює 0,05%/м, потрібно налаштувати датчик на рівень чутливості 0,005%/м, що призводить до необхідності використання в таких системах надчутливих лазерних димових ПС;
- деякі отвори для всмоктування повітря можуть забитися пилом або волокнами, що зменшує зону дії ПС в захищеному приміщенні, при цьому користувач не буде нічого знати про цю проблему;
- несправність одного з найбільш важливих елементів системи, наприклад, датчика або всмоктуючого вентилятора, призведе до повної втрати захисту приміщення.

У той же час, аспіраційні системи мають і ряд переваг:

- вони є ефективним способом забезпечення високочутливого захисту для важкодоступних ділянок, наприклад, для кабельних тунелів в підлозі комп'ютерного центру, де швидкість руху повітря може бути достатньо високою, оскільки переважно така "подвійна" підлога використовується для подачі охолоджуючого повітря до місць установки обладнання;
- вони широко застосовуються в недоступних або важко доступних місцях;
- при використанні відповідних фільтрів в подаючих трубах, забезпечується ефективний захист приміщень з підвищеним вмістом пилу і забруднюючих частинок;
- можливість помилкового спрацьовування пристрою в запорошених приміщеннях мінімізується за допомогою точного налаштування чутливості датчика і забезпеченням необхідної кількості отворів в трубах системи індикації;
- вони можуть успішно використовуватися в будівлях, що охороняються, і будівлях, що представляють історичну цінність, де достатньо складно встановлювати точкові ПС.

Думка фахівців з приводу ефективності використання аспіраційних ПС і можливості забезпечення виявлення загорання на ранній стадії неоднозначна, нормативна база не доопрацьована.

### 3.7. Пожежні сповіщувачі полум'я

Існує ряд об'єктів, де необхідно зареєструвати наявність пожежі при першій появі полум'я. В цьому випадку необхідно використовувати ПС полум'я [52, 57], які реєструють електромагнітне випромінювання, що генерується як відкритим полум'ям, так і тліючим вогнищем. Відомо, що полум'я супроводжується характерним випромінюванням як в ультрафіолетовому, так і в інфрачервоному спектрах.

Матеріали, що горять, полум'я яких має відносно низьку температуру і, як правило, забарвлене в червоний колір, активно випромінюють сигнал в інфрачервоному діапазоні. Високотемпературне полум'я має велику інтенсивність випромінювання в ультрафіолетовому діапазоні. Залежно від діапазону довжин хвиль реєстрованого випромінювання, сповіщувачі полум'я поділяють на:

- сповіщувачі полум'я інфрачервоного діапазону;
- сповіщувачі полум'я ультрафіолетового діапазону.

Теоретично можлива реєстрація випромінювання полум'я і у видимому діапазоні, проте практично, виявлення горіння у видимому діапазоні пов'язане із значними технічними складнощами, обумовленими високим рівнем завад сигналів.

ПС полум'я застосовують в тих випадках, коли первинною ознакою пожежі є полум'я і застосування теплових або димових сповіщувачів недоцільне або неможливе. Вони характеризуються високою чутливістю і малою інерційністю. Відстань від полум'я до ПС, висота, об'єм, форма приміщення, конструктивні особливостей перекриття приміщення, перепад температур, повітряні потоки у приміщенні істотно не впливають на час виявлення пожежі. Одним з основних напрямів застосування сповіщувачів полум'я є об'єкти, де знаходяться речовини, що швидко поширюють горіння, наприклад об'єкти нафтогазової, хімічної промисловості, де обертається маса легкозаймистих і горючих рідин, багато з яких горять без виділення диму.

Основним обмеженням застосування сповіщувачів полум'я є наявність штучних і природних перешкод, здатних викликати спрацьовування сповіщувача без наявності полум'я. Високий рівень електромагнітного випромінювання створюється джерелами штучного освітлення, сонячним світлом, нагрітими тілами (радіаторами, працюючими двигунами), зварювальними роботами, віддзеркаленням випромінювання дзеркальними поверхнями і так далі. Площа, контрольована ПС полум'я, не нормується (як для димових і теплових сповіщувачів), а розраховується залежно від відстані між сповіщувачем і контрольованою поверхнею та паспортним значенням кута огляду сповіщувача. Слід зазначити, що ПС полум'я є найбільш дорогими приладами і сфера їх застосування зачіпає в основному промислові об'єкти.

#### 3.7.1. Пожежні сповіщувачі полум'я, які реагують на інфрачервоне випромінювання

ПС полум'я, які реагують на інфрачервоне випромінювання пожежі (діапазон хвиль в межах від 4,15 мкм до 4,55 мкм) здатні виявляти відкрите полум'я як з димоутворенням, так і без нього. Інфрачервона частина світлового спектра найбільш характерна для відкритого полум'я. Структурна схема її виявлення ПС полум'я показана на рис. 3.37.

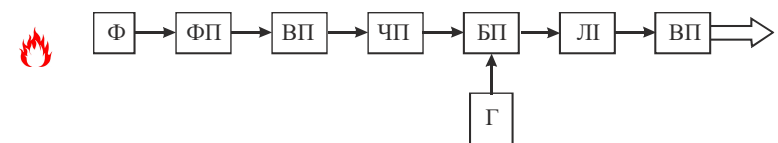


Рис. 3.37. Структурна схема пожежного сповіщувача полум'я інфрачервоного типу



Принцип роботи ПС такий: при виникненні пожежі інфрачервоні промені полум'я через оптичний фільтр (Ф), який усуває помилкове спрацювання сповіщувача від видимого світла, попадають на фотоприймач (ФП). В якості ФП використовують фотодіоди, фоторезистори, які працюють за принципом внутрішнього фотоефекту і змінюють свої електричні параметри залежно від інтенсивності потоку світла, який падає на них. Електричний сигнал від ФП надходить до вибіркового підсилювача (ВП) і частотного фільтра (ЧФ), що посилює захист сповіщувача від помилкових спрацювань. ЧФ пропускає лише частоти, які відповідають діапазону довжини хвилі інфрачервоного випромінювання полум'я. Далі електричний сигнал від ЧФ надходить до блока порівняння (БП), куди також надходить сигнал від генератора (Г), який генерує сигнал співмірний частоті мерехтіння вогню, як другого критерію наявності полум'я, тим самим посилюючи захист. При збігу довжини хвилі і частоти мерехтіння, яка генерується Г, надходить імпульс на лічильник імпульсів (ЛІ). Імпульси обумовленої кількості, які надходять за заданий період часу на ЛІ, викликають спрацювання вихідного пристрою (ВП).

ДНВП "Меридіан" (м. Харків) сконструювало та виготовляє ПС полум'я **ИП-П, ИП** (рис. 3.38). ПС полум'я працюють за принципом реєстрації і спеціальної обробки змінної складової інфрачервоного променя. В сповіщувачі інфрачервоні промені відкритого полум'я після фільтрації попадають на оптикоелектронний пристрій і перетворюються в електричний сигнал. З метою завадозахищеності сповіщувач аналізує також частоту мерехтіння вогню, як другого критерію наявності пожежі. Випускають сповіщувачі в пластмасовому (ИП-П) та металевому корпусі (ИП), звичайні і вибухозахищені, адресні і неадресні.



а) ИП-П; б) ИП

Рис. 3.38. Автоматичні пожежні сповіщувачі полум'я:

В адресному сповіщувачі ИП (ИП-ПВ – у вибухозахищеному виконанні) обробка сигналів від полум'я відбувається з допомогою мікропроцесора, в сповіщувачах ИП-Б, ИП-БВ здійснюється аналогова обробка сигналів.



Рис. 3.39. Пожежний сповіщувач полум'я ИП 330/3-20

ПС полум'я ИП 330/3-20 (рис. 3.39) є приладом, що складається з тричастотного інфрачастотного датчика і мікропроцесорного контролера, які розміщені в одному вибухозахищеному корпусі. Сповіщувач обладнаний системою контролю оптичних кіл (функція ОН). Сповіщувач захищений від дії кліматичних умов (таких як вітер, дощ) або екстремальних перепадів температури і тиску. Ідеально підходить для застосування в суворих умовах навколишнього середовища, в зонах, де можливе дугове електрозварювання, блискавки або висока концентрація парів, що послаблює ультрафіолетове випромінювання. Для монтажу в складних кліматичних умовах має вбудовану систему, яка не допускає обледеніння. Реагує на полум'я бензину площею від 0,1 м<sup>2</sup> на відстані до 64 м. Сповіщувач реагує на загоряння у присутності модульованого випромінювання чорного тіла (наприклад, нагрівача, печі, турбіни) без помилкового спрацювання. Призначений для виявлення полум'я вуглеводнів. Може застосовуватися у вибухонебезпечних зонах.

ДНВП "Меридіан" (м. Харків) сконструювало та виготовляє ПС полум'я **ИП-П, ИП** (рис. 3.38). ПС полум'я працюють за принципом реєстрації і спеціальної обробки змінної складової інфрачервоного променя. В сповіщувачі інфрачервоні промені відкритого полум'я після фільтрації попадають на оптикоелектронний пристрій і перетворюються в електричний сигнал. З метою завадозахищеності сповіщувач аналізує також частоту мерехтіння вогню, як другого критерію наявності пожежі. Випускають сповіщувачі в пластмасовому (ИП-П) та металевому корпусі (ИП), звичайні і вибухозахищені, адресні і неадресні.

### 3.7.2. Пожежні сповіщувачі полум'я, які реагують на ультрафіолетове випромінювання

В сповіщувачах, які реагують на ультрафіолетове випромінювання полум'я (діапазон хвиль в межах від 0,185 мкм до 0,245 мкм), в якості чутливого елемента використовують лічильники фотонів або газонаповнені індикатори, які працюють за принципом зовнішнього фотоефекту. Структурна схема ПС полум'я ультрафіолетового типу показана на рис. 3.40.

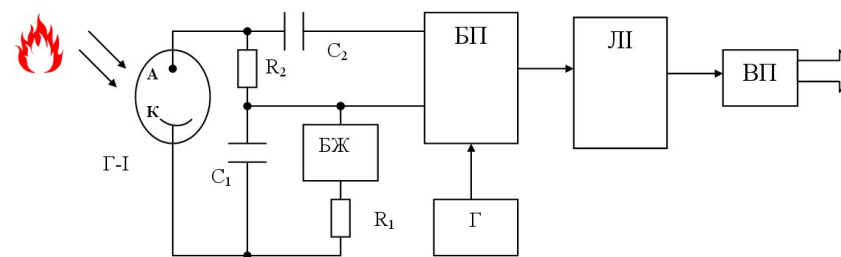


Рис. 3.40. Структурна схема пожежного сповіщувача полум'я ультрафіолетового типу

### 3.8. Багатоканальні пожежні сповіщувачі

При освітленні газонаповненого індикатора (Г-І - кварцова лампа заповнена аргонем з пониженим тиском, працює за принципом лічильника Гейгера-Мюллера) ультрафіолетові промені вибивають з катода електрони, які прискорюючись в полі потужного електричного поля в газі створюють лавину іонізації. Створені імпульси через конденсатор С<sub>2</sub> надходять до блока порівняння (БП), куди також надходить сигнал від генератора (Г), який генерує сигнал співмірний частоті мерехтіння вогню, як другого критерію наявності полум'я, тим самим посилюючи захист від помилкових спрацювань. При збігу довжини хвилі і частоти мерехтіння, яка генерується Г, надходить імпульс на лічильник імпульсів (ЛІ), покази якого щохвилини обнулюються. Імпульси обумовленої кількості, які надходять за заданий період часу на ЛІ, викликають спрацювання вихідного пристрою (ВП).

На роботу ПС полум'я, які реагують на ультрафіолетове випромінювання впливає робота ртутних та газорозрядних ламп, газу і електрозварювання, фотоспалах, рентгенівське і гамма випромінювання. Перешкоджають нормальній роботі сповіщувача, також пил, пара, густих дим, забруднення чутливого елемента, що зменшують його чутливість.



Рис. 3.41. Пожежний сповіщувач полум'я ИП 329-20

На ультрафіолетове випромінювання полум'я реагує ПС ИП 329-20 (рис. 3.41). Він є уніфікованим ультрафіолетовим сповіщувачем, що складається з ультрафіолетового датчика і мікропроцесорного контролера, які розміщені в одному вибухозахищеному корпусі. Сповіщувач обладнаний системою контролю оптичних кіл (функція ОН).

Він захищений від дії кліматичних умов (таких як вітер, дощ) або екстремальних перепадів температури і тиску. Він також не чутливий до ультрафіолетового спектра сонячного випромінювання і має режим віддзеркалення електричної дуги, що дає змогу уникати помилкових спрацювань від випадкового ультрафіолетового випромінювання. Має вбудовану систему реєстрації даних (до 1 000 подій загального характеру і 500 сигналів пожежі). Сповіщувач ідеально підходить для виявлення полум'я вуглеводнів (рідких, газоподібних і твердих), металів (магній). Може застосовуватися у вибухонебезпечних зонах.

Також випускаються і комбіновані ПС полум'я, які реагують як на ультрафіолетове, так і на інфрачервоне випромінювання, наприклад, ИП 329/330-20. У них в одному корпусі вбудовано інфрачервоний і ультрафіолетовий датчики. Для формування сигналу "пожежа" потрібне одночасне спрацювання обох датчиків. Оскільки ці два чутливі елементи контролюють різні спектри випромінювання, вони практично не мають ультрафіолетових і інфрачервоних джерел помилкового спрацювання.

На захищуваних об'єктах можуть бути матеріали з різними характеристиками горіння, що припускає використання різних фізичних принципів виявлення займання. У більшості випадків ніколи не відомо, що загориться першим, а значить і яка ознака пожежі буде первинною. Та загалом будь-яка пожежа характеризується чотирма ознаками, виділяється: тепло, дим, чадний газ СО і полум'я. Пропорції міняються залежно від типу пожежі, а також і в часі в кожній фазі пожежі. Але у будь-якому випадку, більшою чи меншою мірою, присутня кожна з цих чотирьох ознак, хоча в багатьох фазах величина будь-якої з них може бути відносно малою.

Може скластися враження, що для виявлення пожежі в цьому випадку необхідно було б монтувати декілька різних ПС. Проте для вирішення цього завдання випускаються спеціальні комбіновані (багатоканальні) сповіщувачі [52, 74, 78, 79] – найчастіше в одному ПС об'єднують димовий і тепловий сповіщувач. Такий сповіщувач дає можливість виявляти горіння широкого класу речовин. На етапі початкової стадії займання при підвищеному димоутворенні виявлення пожежі буде здійснене димовим каналом комбінованого ПС. Якщо ж горючим навантаженням є речовина, що при горінні практично не виділяє диму, то пожежа буде виявлена тепловим каналом сповіщувача.

В першому виконанні комбіновані ПС склалися з різних сповіщувачів, які були розміщені лише в одному корпусі і кожний з них функціонував за своїм алгоритмом роботи. Останнім часом з розвитком науки і техніки на ринку з'явилися комбіновані ПС у яких є різні давачі (тепла, димову, полум'я, газу) виявлення пожежі, але схема обробки інформації в



Рис. 3.42. Пожежний сповіщувач серії ИПК

них одна, тобто вони працюють за одним розробленим алгоритмом. Вони можуть контролювати одночасно три, чотири ознаки пожежі. Крім того за принципом реагування вони можуть бути максимально-диференціальними. Їх ще називають мультисенсорними ПС. Такі сповіщувачі дають змогу значно знизити помилкове спрацювання СПС.

Комбінованими сповіщувачами, наприклад, є сповіщувачі ИПК-1 Прем'єр, ИПК-3 Прем'єр, ИПК-5 (рис. 3.42) виробництва СКБ "Електронмаш", Україна. Вони об'єднують в собі димовий оптико-електронний і тепловий максимально-диференціальний сповіщувачі, що дає змогу контролювати приміщення в яких домінуюча ознака пожежі не визначена і виявляти займання на ранній стадії. Завдяки використанню мікроконтролера, реалізації

ряду методів та спеціально розроблених алгоритмів чисельної оптимізації і цифрової фільтрації сповіщувач має високу завадостійкість. Як показали дослідження, такий тип сповіщувача добре реагує на всі типи тестових пожеж (горіння різних матеріалів) і виявляє займання при мінімальних потужностях і площах вогнища пожежі.

Функціонування димового каналу сповіщувача ґрунтується на вимірюванні і контролі сили світла, розсіяного на частинках диму у вимірювальній камері. Робота теплового каналу полягає у вимірюванні, накопиченні і обробці результатів вимірювань температури навколишнього повітря з метою визначення швидкості її зміни або контролю досягнення нею певного порогового значення. Сповіщувач дає змогу фіксувати характерну при загорянні зміну температури починаючи не тільки з умовно нормальної (додатної), але і при початковій мінусовій (мінус 20°C) температурі навколишнього повітря, завдяки чому можна контролювати неопалювані приміщення. В сповіщувачі здійснюється щосекундна перевірка працездатності всіх вузлів, включаючи оптичний і температурний канал, з відповідною індикацією стану.

Сповіщувач стійко працює в безпосередній близькості від сильного джерела завад (розрядник 25 кВ, іскра в повітрі до 10 мм з частотою повторення від 10 до 300 Гц). Щосекундна перевірка працездатності всіх вузлів, широкий діапазон зміни напруги живлення дають певні переваги при монтажі і експлуатації.

Основні технічні характеристики сповіщувачів:

- напруга живлення від 10 до 30 В;
- струм споживання 0,12 мА;
- струм споживання в режимі «Тривога» до 20 мА;
- поріг чутливості димового каналу 0,09; 0,12; 0,17 дБ/м;
- автоматична компенсація запилень;
- поріг значення спрацьовування температурного каналу 60, 65, 70 ± 3°C;
- час спрацьовування температурного каналу залежить від швидкості наростання температури і відповідає вимогам EN-54-5;
- візуальний контроль справності димового каналу;
- візуальний контроль працездатності в черговому режимі;
- індикація необхідності проведення регламентних робіт;
- індикація сигналу ТРИВОГА.
- діапазон робочих температур сповіщувачів від мінус 10 до плюс 50°C, максимально допустима відносна вологість при температурі 35 °C до 95%.
- габаритні розміри сповіщувача з розеткою підключення не більше 100×54мм.
- маса сповіщувача з розеткою не більше 0,2 кг.

Деякі виробники випускають і так звані тривимірні комбіновані сповіщувачі, в яких поєднано димовий оптичний, димовий іонізаційний і тепловий принципи виявлення займання. Проте використовують такі сповіщувачі вкрай рідко із за великої їх вартості.

У будь-якому випадку, сповіщувачі, що реагують на дві, або більше ознаки пожежі, є ефективнішими в порівнянні із звичайними. Однак, елементна база і алгоритм обробки інформації є досить складними.

Використання багатоканальних ПС [16, 48, 64, 80] є одним із основних способів поліпшення функціональних можливостей СПС і в даний час пропонуються провідними виробниками. Димові-теплові ПС зараз достатньо поширені і добре зарекомендували себе в роботі. Порівняно недавно з'явилися комбіновані ПС 3- і 4-канальні: газові СО + димові + теплові; теплові + димові + газові СО + полум'я (рис. 3.43).

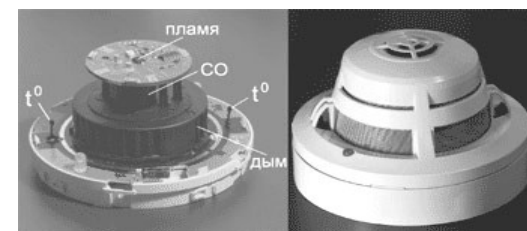


Рис. 3.43. Чотирьоканальний сповіщувач новітнього покоління

Компанія System Sensor випускає ПС 2251CTLE (рис. 3.44) – унікальний пристрій, який забезпечує якісно новий рівень захисту від помилок спрацьовувань.

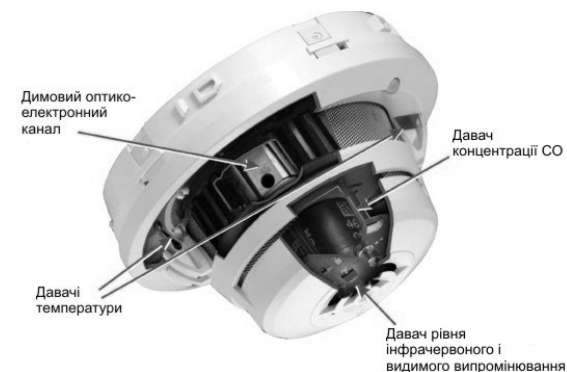


Рис. 3.44. Пожежний сповіщувач 2251CTLE

Новий адресно-аналоговий сповіщувач 2251CTLE [53] поєднує в собі чотири незалежні канали виявлення ознак загоряння, постійно контролює завади, знижує рівень помилкових спрацювань і при цьому забезпечує високу чутливість до реальних пожеж. Усі канали виявлення контролюються вбудованим мікропроцесором з набором багатьох параметричних алгоритмів. Неперервний контроль чотирьох головних ознак (монооксиду вуглецю, температури, диму, полум'я) пожежі і інтелектуальна обробка аналогових даних сенсорів в реальному масштабі часу дозволяє швидко реагувати на реальну пожежу. ПС має високу стійкість до завад і повністю узгоджується з адресно-аналоговим ППКП, що дає змогу забезпечити тим самим конфігурацію СПС під конкретний об'єкт. Такий рівень контролю чотирьох ознак значно ускладнив його конструктивну реалізацію і програму обробки інформації, що вплинуло на вартість.

ПС 2251CTLE керується адресно-аналоговою панеллю, в яку вбудовано мікропроцесор з адаптивними алгоритмами, що динамічно уточнюють сукупність параметрів виявлення загоряння залежно від значень контрольованих чинників. Це дає змогу в реальному масштабі часу переналаштуватися при зміні умов навколишнього середовища. Аналізуючи сигнали сенсорів, програма динамічно змінює пороги чутливості, регулюючи їх посилення, час затримки, частоту вибірки, параметри компенсації, а при відмові будь-якого сенсора, оптимізує чутливість інших сенсорів, одночасно відображаючи характер несправності на дисплеї панелі. Так інфрачервоний світловий сенсор допомагає детектору розпізнавати специфічні для помилкових тривог ситуації і швидко робити необхідні поправки. Цей інтерактив між сенсорами на додаток до адресно-аналоговості забезпечує високий рівень ефективності системи.

ПС 2251CTLE випробовувався з іншими типами ПС на тестові пожежі в стандартній випробувальній кімнаті і в спеціальній невеликій кімнаті, сконструйованій для відтворення реальних ситуацій. На більш обмеженій території токсичні викиди і гази можуть накопичуватися набагато швидше, ніж у великій кімнаті для тестових пожеж, де необхідне визначення пожежі так швидко, як тільки це можливо. На додаток до випробувань на тліючі пожежі і з відкритим вогнем, для забезпечення справжньої достовірності, були проведені тести на помилкове спрацювання.

У європейських стандартах EN54 використовуються шість тестових пожеж, які позначаються як TF1, TF2, ... TF6.

TF1 – горіння деревини;

TF2 – тління деревини;

TF3 – тління бавовняного гніту;

TF4 – горіння полімерних матеріалів;

TF5 – горіння легкозаймистої рідини з виділенням диму;

TF6 – горіння легкозаймистої рідини без виділення диму.

Сповіщувач 2251CTLE був випробований за максимально розширеною програмою випробувань з 21 різним тестом на помилкове спрацювання і з 29 різними тестовими пожежами. Тест на помилкову тривогу включає:

- водяний туман;
- випадання конденсату;
- аерозоль в невеликій кімнаті;
- пропан розлитий по підлозі в невеликій кімнаті;
- пил з вентилятором в невеликій кімнаті;
- дискотечний дим в невеликій кімнаті;
- перепечені тости з білого хліба;
- перепечену картоплю;
- водяний туман, який продувається в середині контейнера;
- жарення промаслених тостів в духовці;
- покритий олією деко в духовці і т.д.

2251CTLE не формував сигналу помилкової тривоги навіть коли односенсорні і багатосенсорні ПС спрацьовували. Тести на помилкові тривоги були вибрані з безлічі типових сценаріїв, при яких зазвичай відбувається помилкове спрацювання оптико-електронного ПС.

Випробування на тестові пожежі включали:

– "невелика" кімната:

- тління кошика зі сміттям;
- горіння кошика зі сміттям;
- горіння кошика зі сміттям, що знаходить під столом;
- горіння гептану;
- тління дерева;
- тління картону;
- тління килиму;
- горіння паперу;
- горіння ганчірки просоченої олією;
- розжарену решітку на плиті;

– "тестова" кімната:

- горіння гептану;
- горіння гептану в зменшеній кількості;
- горіння гептану в зменшеній кількості з включеними галогенними лампами (інфрачервоний тест);
- тління бавовни в зменшеній кількості;
- тління деревини в зменшеній кількості;
- тління деревини;
- горіння деревини;
- горіння паперу.

На рис. 3.45 – 3.47 показано результати тестування. Вони безумовно показали, що ПС повністю нечутливий до помилкових тривог.

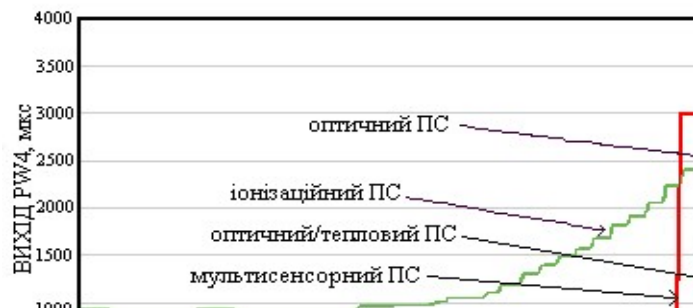


Рис. 3.45. Реакція на горіння брусків дерева TF-1

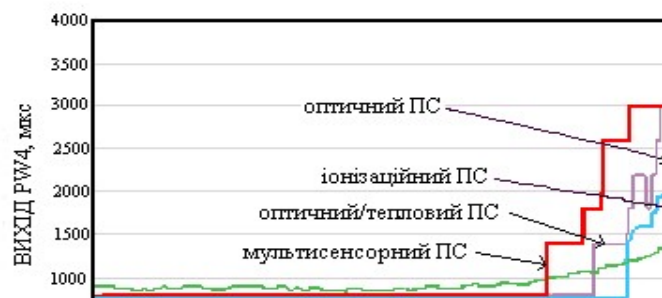


Рис. 3.46. Реакція на тління бавовни TF-3

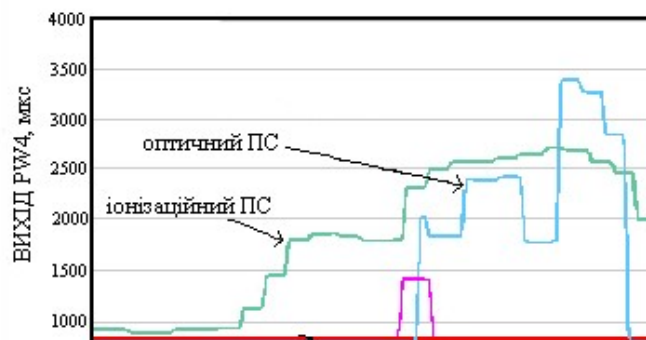


Рис. 3.47. Реакція на дію пари

На рис. 3.48 показано результати дослідження на дискотечний дим.

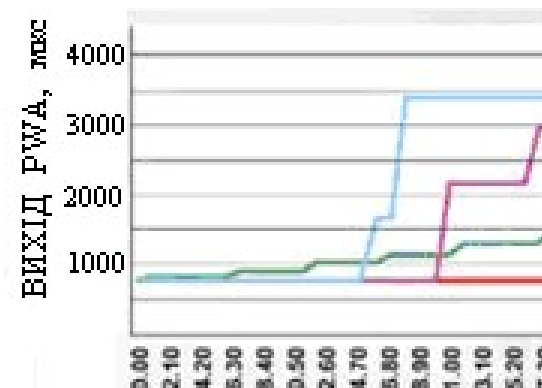


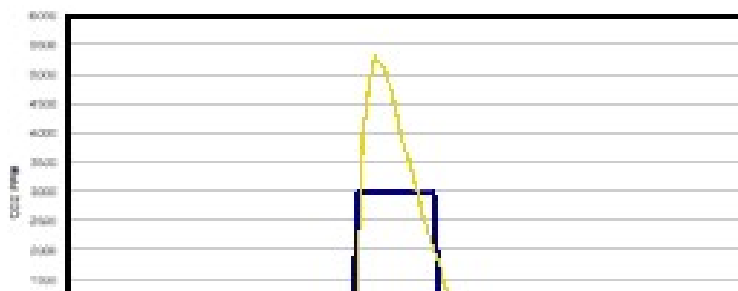
Рис. 3.48. Результати випробування на дискотечний дим

Вибір тестів здійснювався на межі шкали в області відкритого вогню, оскільки загальновідомо, що це проблематично для оптико-електронного способу визначення пожежі. Робота 2251CTLE показує, як у подібних умовах працюють у взаємодії чотири сенсори датчика. Тоді як іонізаційні ПС усе менше використовуються через стурбованість щодо шкоди навколишньому середовищу і законодавчих обмежень. Не можна заперечувати, що для виявлення пожеж з відкритим полум'ям вони ефективніші, ніж оптико-електронні. Випробування показали, що ПС 2251CTLE є альтернативою до іонізаційного сповіщувача без зниження ефективності.

Дослідницька лабораторія ВМФ США провела ряд пожежних випробувань з метою виявити здатність мультисенсорних сповіщувачів, які містять

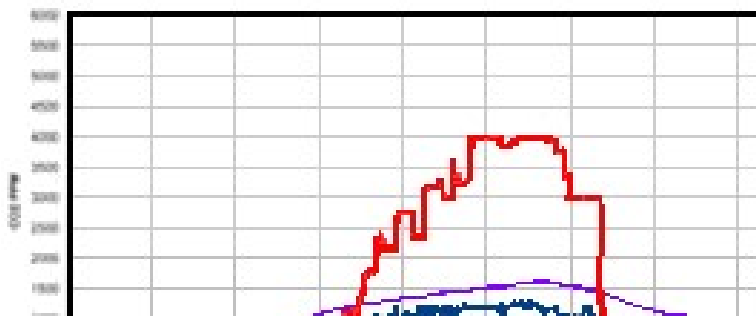
газовий сенсор, фотоелектричний датчик і тепловий датчик виявляти різницю між справжньою пожежею і помилковим сигналом, тобто були проведені тести на дію завад. Звичайно, іноді ця різниця - лише справа часу: наприклад, тост, що прогоряє, зазвичай буде класифікований як помилковий сигнал, якщо тільки він не залишений в тостері і не загориться.

На рис. 3.49 показано випробування з дією завад - гарячим душем. Спостерігаються істотні зміни по тепловому каналу, сенсорам CO<sub>2</sub> і фотоелектричному. Проте рівень сигналу "Пожежа" (на графіку він повинен подолати відмітку 2.5 на правій осі) не перевищений, що є хорошим прикладом переваг мультисенсорного ПС.



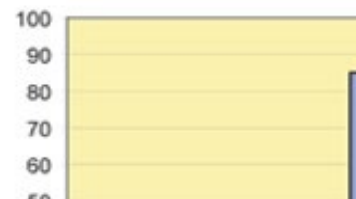
**Рис. 3.49.** Результати випробування: завади створені гарячим душем

На рис. 3.50 показано результати тесту на горіння гептану. Така пожежа зазвичай дуже важко виявляється фотоелектричним сповіщувачем. Полум'я не спричиняє відчутних змін ні за температурою, ні за CO<sub>2</sub>. Проте поєднання реакцій фотоелектричного і CO<sub>2</sub> сенсорів виявляється достатнім для перевищення порогу спрацювання.

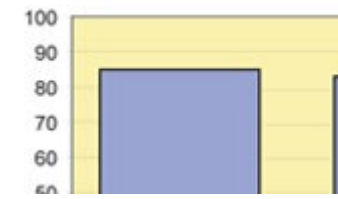


**Рис. 3.50.** Результати випробування: горіння гептану

Досліди з пожежних випробувань лабораторії ВМФ на рис. 3.51, рис. 3.52, рис 3.53 показують переваги мультисенсорних сповіщувачів порівняно з одноканальними.



**Рис. 3.51.** Вірогідність визначення жорстких завад (%) (піскоструминна обробка, приготування їжі, зварка, куріння, душові)



**Рис. 3.52.** Вірогідність раннього визначення пожежі (%) (широкий діапазон від тління до відкритого полум'я)



**Рис. 3.53.** Загальна ефективність роботи сповіщувача. У діаграмі допускається рівнозначність дії пожежі і завад

Отже, мультисенсорні ПС знижують рівень помилкових спрацювань СПС і при цьому забезпечують високу чутливість до реальних пожеж.

### 3.9. Інтелектуальні пожежні сповіщувачі

Слід відмітити, що мова йтиме про інтелектуальні ПС [17, 46, 51, 53, 65] у принцип роботи більшості з яких закладено математичний апарат на основі традиційної алгебра-логіки, так звана Бульова алгебра. Такі сповіщувачі ще повністю не наділені інтелектом і таке трактування на сьогоднішній час не вірне. Під сучасним трактуванням словосполучення «інтелектуальні ПС», слід розуміти сповіщувачі, де вже закладено інтелект – набутий людський досвід, а це дає змогу зробити теорія нечітких множин (нечітка логіка).

Сучасний рівень розвитку мікроелектроніки дозволяє наділити "інтелектом" навіть порогові неадресні і адресні сповіщувачі. Мета побудови інтелектуальних систем в даному випадку – це зменшення часу виявлення пожежонебезпечної ситуації без помилкових спрацювань СПС, тобто підвищення чутливості сповіщувачів при зниженні ймовірності помилкових спрацювань. Великі можливості інтелектуалізації, в порівнянні з одноканальними сповіщувачами, мають багатоканальні (мульти-сенсорні) сповіщувачі, в яких обробляється більший об'єм інформації, однак в них значно ускладнюється база правил, за якою обробляється отримана інформація.

Сучасний рівень ПС – це інтелектуальні ПС з аналогово-цифровими перетворювачами, з незалежною пам'яттю для зберігання алгоритмів обробки інформації, режимів роботи, поточного стану сенсорів і навіть дати випуску, дати останнього технічного обслуговування і т.д. Використання спеціальних розроблених алгоритмів компенсації зміни чутливості в димових ПС при запиленні димової камери дає змогу забезпечити стабільний рівень чутливості в процесі експлуатації.

З'явилася можливість регулювати чутливість в заданих межах при монтажі сповіщувачів на об'єкті і в процесі експлуатації залежно від типу контрольованого приміщення. В чистих приміщеннях підвищення чутливості забезпечує раннє виявлення загоряння, в приміщеннях, де можлива зміна оптичної щільності середовища в нормальних умовах, для виключення помилкових спрацювань допустиме зниження чутливості. В сповіщувачі закладений складний алгоритм роботи, в якому реалізована залежність зміни чутливості від величини фонового сигналу. Проста компенсація зміни фонового сигналу не дає необхідних результатів. Крім того, повинна враховуватися ймовірність повільного наростання оптичної щільності диму при тліючих пожежах в реальних умовах. Використання ефективної конструкції димової камери, стабілізація і контроль чутливості забезпечують в сучасних димових сповіщувачах можливість корекцію інсталятором чутливості без ризику виходу за допустимі межі.

Ще більші можливості має багатоканальний (комбінований) інтелектуальний ПС. Комбіновані димові-теплові сповіщувачі попереднього покоління, як правило мали максимальний тепловий канал на 50 – 70°C. Сигнал "Пожежа" формувався при перевищенні порогу в будь-якому з каналів, тобто реалізувалася логіка роботи "АБО". Однак у таких сповіщувачах в принципі їх роботи закладена традиційна алгебра-логіка і вони не повною мірою відповідають сучасним інтелектуальним сповіщувачам, де уже є намагання закласти нечітку логіку. Принцип роботи таких ПС аналогічний роботі окремих одноканальних сповіщувачів відповідних типів за тих же умов. Якісне поліпшення характеристик одержано при сумісній обробці інформації в цифровому вигляді за різними каналами. Інтелектуальні багатоканальні ПС на базі спеціалізованих процесорів забезпечують вимірювання поточних значень контрольованих ознак в ши-

роких межах, що дає змогу реалізувати складнішу і ефективнішу логіку роботи. Наприклад, сигнал "Пожежа" може формуватися досягнувши певної середньовагової сумарної величини декількох ознак пожежі ще до того моменту, коли яка-небудь з ознак окремо досягне порогового значення. Так, в інтелектуальному димовому-тепловому ПС проводиться вимірювання величини питомої оптичної щільності диму і швидкості підвищення температури у відносних одиницях. Навіть за наявності порівняно невеликої оптичної щільності диму, підвищення температури з швидкістю декілька градусів в хвилину із високою вірогідністю відповідає пожежонебезпечній ситуації. Дана логіка роботи комбінованого ПС дозволяє значно зменшити час виявлення займання, яке супроводжується одночасно декількома ознаками і підвищити здатність виявлення "швидких" пожеж. У комбінованому ПС з оптичним димовим каналом використання інформації за тепловим каналом забезпечує збільшення чутливості по "чорних" димах, наприклад, при горінні пластику, ізоляції кабелю, ЛЗР і т.ін., до рівня димового іонізаційного сповіщувача. Прикладами таких інтелектуальних сповіщувачів є комбіновані ПС неадресні ИП212/101-4-А1R "ПРОФИ-ОТ" і адресні ИП212/101-3А-А1R "Leonardo-ОТ" [53] і розглянутий вище сповіщувач 2251СТLE. На рис. 3.54 показано зовнішній вигляд інтелектуального сповіщувача ИП212/101-4-А1R "ПРОФИ-ОТ". Зовнішній вигляд «Leonardo-ОТ» аналогічний «ПРОФИ».

В інтелектуальних сповіщувачах неадресних серій «ПРОФИ» і адресних серії «Leonardo-ОТ», заводський рівень чутливості 0,12 дБ/м, може бути перепрограмований за допомогою багатифункціонального пульта дистанційного керування на 0,08 дБ/м або на 0,16 дБ/м, залежно від умов експлуатації.



*Рис. 3.54. Комбінований інтелектуальний ПС ИП212/101-4-А1R "ПРОФИ-ОТ"*

Використання високої чутливості деякою мірою скорочує діапазон компенсації і потребує частішого технічного обслуговування, знижена чутливість, навпаки дає змогу збільшити періоди між технічним обслуговуванням. Отже, підвищену чутливість бажано використовувати в достатньо чистих приміщеннях, а у відносно запорошених зонах можна встановлювати знижену чутливість.

Рівень сигналу, який відповідає оптично чистому середовищу, і значення компенсації зберігаються в двійковому коді в незалежній пам'яті і не стираються навіть при тривалому відключенні живлення. За допомогою пульта дистанційного керування можна оцінити стан сенсорів, ступінь запилення димової камери у відсотках від діапазону автокомпенсації 100%, дискрет індикації – 10%. У адресних та адресно-аналогових системах автоматично фіксується досягнення меж автокомпенсації і на дисплеї контрольного приладу відображається відповідне повідомлення. Використання адаптивного порогу, крім збереження рівня чутливості в процесі експлуатації, дає змогу збільшити інтервали часу між технічним обслуговуванням, спрогнозувати терміни його проведення і забезпечити вищий рівень захисту від помилкових дій.

Наприклад, в серії інтелектуальних сповіщувачів «ПРОФІ» [53] використовується спеціалізована мікросхема з 8-розрядним (256 дискретів) аналогово-цифровим перетворювачем і з незалежною пам'яттю EEPROM об'ємом 128 біт. Об'єм EEPROM дозволяє, крім зберігання даних для стабілізації чутливості, записати дату випуску сповіщувача, дату останнього технічного обслуговування, режим роботи сповіщувача. Можна запрограмувати мигання зеленого індикатора в черговому режимі. Тоді при досягненні меж автокомпенсації дрейфу чутливості мигання припиниться, як в серіях сповіщувачів System Sensor. У ППКП з малими струмами шлейфу в черговому режимі можна включати індикацію чергового режиму в сповіщувачі, який знаходиться останнім у шлейфі, замість використання УКШ. Якщо індикація в черговому режимі не запрограмована, то запилені сповіщувачі легко виявляються при тестуванні лазерним тестером: активізуються лише сповіщувачі з нормальною чутливістю.

Фірма EST (США, General Electrics Security) розробила інтелектуальний багатоканальний сповіщувач 4D з кількома чутливими елементами SIGA-IPHS (рис. 3.55). Інтелектуальний датчик 4D SIGA-IPHS отримує аналогову інформацію від кожного з трьох чутливих елементів (іонізаційного, фотоелектричного і температурного) і перетворює її в цифрові сигнали. Встановлений в датчик мікропроцесор вимірює і аналізує ці сигнали, зважаючи на четверту складову - час. Фірма EST називає цю технологію "4D". Для ухвалення рішення про наявність пожежі він порівнює поточну інформацію з попередньо отриманою, аналізує поведінку сигналу в часі і порівнює його з декількома відомими характеристиками пожежі. Цифрові фільтри не пропускають зміни сигналів, які не типові для пожежі. Помилкові тригери практично виключаються. Мікропроцесори датчиків забезпечують чотири додаткові переваги: самодіагностику і протоколювання, автоматичне відображення пристроїв, можливість автономного функціонування і швидкий надійний зв'язок.



**Рис. 3.55.** Інтелектуальний сповіщувач 4D з декількома чутливими елементами SIGA-IPHS

Кожен датчик сімейства Signature постійно здійснює самодіагностику, забезпечуючи важливу для технічного обслуговування інформацію. Результати самодіагностики автоматично оновлюються і постійно зберігаються в незалежній пам'яті датчика. Ця інформація завжди доступна для перегляду на панелі управління, екрані ПК або за допомогою сервісного пристосування службової програми SIGA-PRO Signature.

Контроль декількох ознак пожежі значно ускладнює алгоритм обробки інформації в реальному масштабі часу, що впливає на швидкість виявлення пожежі. Крім того вартість даних ПС є дещо вищою. Тому фірма EST також розробила інтелектуальні теплові сповіщувачі SIGA-HFS і SIGA-HRS (рис. 3.56) з серії «Сигнатура». Вони збирають аналогову інформацію від своїх теплочутливих елементів, що працюють за принципом фіксованої температури або за принципом швидкості наростання температури і конвертують її в цифрові сигнали. Вбудований мікропроцесор датчика вимірює і аналізує ці сигнали. Він порівнює інформацію з архівними вимірами і тимчасовими графіками з метою визначення аварійної ситуації. Цифрові фільтри усувають сигнали форми, які нетипові для пожеж. Небажані спрацьовування сигналізації майже зводяться до нуля.



**Рис. 3.56.** Інтелектуальний тепловий ПС SIGA-HFS і SIGA-HRS



Мікропроцесор в кожному датчику забезпечує чотири додаткові властивості: автодіагностику і архівний журна; автоматичне відображення пристроїв; самостійне функціонування; швидкий, надійний зв'язок.

Сучасні досягнення наукового прогресу і мікроелектроніки дають змогу значно розвинути інтелектуальний рівень ПС і одержати якісно вищий рівень пожежного захисту. Оптимальні алгоритми обробки можуть забезпечити раннє достовірне виявлення пожежонебезпечної ситуації на об'єкті. Високий рівень захисту від перешкод завдяки екрануванню і складній обробці сигналів дозволяє практично повністю виключити помилкове спрацювання від електромагнітних перешкод. Стабілізація рівня чутливості, можливість її перепрограмування на високу або на малу, дають змогу адаптувати сповіщувачі до умов експлуатації. Крім того, при використанні інтелектуальних ПС значно спрощується процедура технічного обслуговування.

#### **Контрольні питання**

1. Які чутливі елементи використовують в ПС?
2. Поясніть призначення, будову та принцип роботи теплових ПС з феромагнітним чутливим елементом. Які Ви знаєте марки даних ПС?
3. Поясніть призначення, будову та принцип роботи теплових ПС з біметалічним чутливим елементом. Які Ви знаєте марки цих ПС?
4. Поясніть призначення, будову та принцип роботи теплових ПС з чутливими елементами, які використовують об'ємне розширення газів. Які Ви знаєте марки цих ПС?
5. Поясніть призначення, будову та принцип роботи напівпровідникового теплового ПС у якому використовується у якості чутливого елемента – термістор. Які Ви знаєте марки цих ПС?
6. Принцип роботи, переваги та недоліки максимально-диференціальних теплових ПС. Які Ви знаєте марки цих ПС?
7. Для чого призначені лінійні теплові ПС? Які Ви знаєте марки цих ПС?
8. За якими принципами виявляють дим сучасні точкові димові ПС?
9. Поясніть будову, принцип роботи, переваги та недоліки сучасних радіоізотопних димових ПС. Які Ви знаєте марки цих ПС?
10. Поясніть будову, принцип роботи, переваги та недоліки оптичних точкових ПС які використовують принцип розсіювання світла. Які Ви знаєте марки цих ПС?
11. Особливості, переваги та недоліки ПС фірми System Sensor Leo optical.
12. Особливості, переваги та недоліки ПС «ОДИН ДОМА».
13. Особливості, переваги та недоліки ПС Polon-Alfa DOR-4046.
14. Особливості фільтрекських ПС.
15. Для чого призначені лінійні димові ПС? Які Ви знаєте марки цих ПС?
16. Поясніть будову, принцип роботи, переваги та недоліки аспіраційних ПС? Які Ви знаєте марки цих ПС?
17. Особливості ПС Polon-Alfa DOP-40.
18. Особливості ПС полум'я.
19. Структурна схема, принцип роботи сучасних ПС полум'я інфрачервоного типу. Які Ви знаєте марки цих ПС?
20. Структурна схема, принцип роботи сучасних ПС полум'я ультрафіолетового типу. Які Ви знаєте марки цих ПС?
21. Основні особливості багатоканальних ПС.
22. Особливості, переваги та недоліки ПС 2251CTLE.
23. Що розуміється під інтелектуальними ПС? Які Ви знаєте марки цих ПС?
24. Особливості, переваги та недоліки інтелектуального ПС ИП212/101-4-A1R "ПРОФИ-ОТ".
25. Особливості, переваги та недоліки інтелектуального ПС 4D SIGA.

## Розділ 4 ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ПРО ТЕОРІЮ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

### 4.1. Коротка історія розвитку теорії нечітких множин і процес її реалізації в техніці

Як вже зазначалося, на сучасному етапі розвитку СПС для виявлення пожеж на ранніх стадіях займання широко застосовуються сповіщувачі, які побудовані за принципами теорії нечітких множин [66, 81, 82]. Перевагою таких сповіщувачів є можливість легкого відображення набутого людського досвіду.

Теорія нечітких множин [66, 81, 82], основні ідеї якої були запропоновані американським математиком Лотфі Заде понад 35 років тому, дає змогу описувати якісні, нечіткі поняття та знання про навколишній світ, а також оперувати цими знаннями з метою отримання нової інформації. Засновані на цій теорії методи побудови інформаційних моделей суттєво розширюють традиційні методи побудови області застосування комп'ютерів та утворюють самостійні напрями науково-прикладних досліджень, які отримали назву – нечітке моделювання.

В останній час нечітке моделювання є одним з найбільш активних та перспективних напрямів прикладних досліджень в області управління та прийняття рішень. Нечітке моделювання виявляється особливо корисним, коли в описі технічних систем наявна невизначеність, яка ускладнює або навіть виключає застосування точних кількісних методів та підходів, що стосується саме виявлення пожеж на ранній стадії.

Діапазон застосування нечітких методів з кожним роком розширюється, охоплюючи такі області, як проектування промислових роботів, побутових приладів, систем пожежної сигналізації, охоронних систем, систем розпізнавання, керування технологічними процесами, рухом транспорту і т.д.

Нечітка логіка, яка є основою для реалізації методів нечіткого управління, більш природно описує характер людського мислення і хід її роздумів, ніж традиційна формально-логічна система.

Першою публікацією за теорією нечітких множин прийнято вважати роботу професора з Університету Берклі Лотфі Заде, яка відноситься до 1965р. Поняття нечіткої множини в розумінні Л. Заде поклали початок новому імпульсу в області математики та прикладних дослідів, в рамках яких, за короткий термін були запропоновані нечіткі узагальнення всіх основних теоретико-множинних та формально-логічних понять.

Перші реалізації нечітких моделей в промисловості відносяться до середини 1970-х років. Саме в цей період в Великобританії Ебрахим Мадані використав нечітку логіку для управління парогенераторами. На

початку 1980-х років нечітка логіка та теорія нечітких множин розвивались в цілому ряді програмних засобів підтримки прийняття рішень та в експертних системах аналізу даних. Поява мікропроцесорів та мікроконтролерів ініціювала різке збільшення побутових приладів та промислових установок з алгоритмами управління на основі нечіткої логіки.

На теперішній час в Японії запатентовано понад 3000 відповідних приладів в цій області.

Нечіткі технології застосовуються в різних технічних приладах, які випускаються японськими фірмами. Фотоапарати та відеокамери використовують нечітку логіку для того щоб реалізувати досвід фотографа в управлінні цими приладами. Також компанія випускає пральні машини, в яких використовуються датчики та мікропроцесори з нечіткими алгоритмами управління, кондиціонери, які керують змінами температури та вологості в приміщенні, згідно зі сприйняттям ступеня комфорту людиною. Компанія Mitsubishi оголосила про випуск першого в світі автомобіля, де управління кожною системою засновано на нечіткій логіці.

Таким чином можна зробити висновок, що область застосувань теорії нечітких множин та нечіткої логіки з кожним роком продовжує неухильно розширюватись. Це стосується і створення ПС і цілих СПС нового покоління в яких поєднується набутий людський досвід з технічними рішеннями.

### 4.2. Визначення нечіткої множини

*Нечітка множина* – це сукупність елементів довільної природи, відносно яких не можна з повною визначеністю стверджувати: належить той чи інший елемент розглянутої сукупності даній множині чи ні.

Формально нечітка множина  $A$  визначається як множина впорядкованих пар виду  $\langle x, \mu_A(x) \rangle$ , де  $x$  – елементом деякої універсальної множини чи універсуму  $X$ , а  $\mu_A(x)$  – функція приналежності, яка ставить у відповідність до кожного з елементів  $x \in X$  деяке дійсне число з інтервалу  $[0, 1]$ , тобто ця функція визначається у формі відображення:

$$\mu_A : X \rightarrow [0, 1]. \quad (4.1)$$

При цьому значення  $\mu_A(x) = 1$  для деякого  $x \in X$  означає, що елемент  $x$  належить нечіткій множині  $A$ , а  $\mu_A(x) = 0$  означає, що елемент  $x$  не належить нечіткій множині  $A$ . Формально нечітку множину записують у вигляді:

$$A = \{ \langle x_1, \mu_A(x_1) \rangle, \langle x_2, \mu_A(x_2) \rangle, \dots, \langle x_n, \mu_A(x_n) \rangle \}, \quad (4.2)$$

в загальному вигляді  $A = \{ \langle x, \mu_A(x) \rangle \}$ .

Пуста нечітка множина – це множина, яка не містить жодного елемента, позначається через  $\emptyset$  і формально визначається як така нечітка множина, функція приналежності якої дорівнює 0 для всіх безвинітку елементів:  $\mu_{\emptyset} = 0$ .

Універсум – це множина, функція приналежності якої дорівнює 1 для всіх без винятку елементів:  $\mu_x = 1$ .

Носієм нечіткої множини  $A$  називається звичайна множина  $A_S$ , яка містить тільки ті елементи універсуму, для яких значення функції приналежності відповідної нечіткої множини відрізняються від 0.

$$A_S = \{x \in X, \mu_A(x) > 0\} \quad \forall x \in X.$$

Залежно від кількості елементів в нечіткій множині, множини бувають: скінченні і нескінченні.

Нечітка множина називається *скінченною*, якщо її носій є скінченною множиною. Нечітка множина називається *нескінченною*, якщо її носій не є скінченною множиною.

Нечітка множина може бути задана двома способами:

1. У формі списку з явним перерахуванням всіх елементів і відповідних до них функцій приналежності. Цей спосіб підходить для задання нечітких множин з скінченним дискретним носієм і невеликою кількістю елементів. В цьому випадку нечітку множину зручно записати у вигляді (4.2), де  $n$  – кількість елементів нечіткої множини.
2. Аналітично у формі математичного виразу для відповідної функції приналежності. Цей спосіб може бути використаний для задання довільних нечітких множин як з скінченним так і нескінченним носієм. В такому випадку нечітку множину зручно записати у вигляді:

$$A = \{ \langle x, \mu_A(x) \rangle \} \quad \text{або} \quad A = \{ x, \mu_A(x) \},$$

де  $\mu_A$  – деяка функція, задана аналітично в формі математичного виразу  $f(x)$  або графічно у формі деякої кривої.

#### Приклад:

Розглянемо типовий приклад для теплового ПС. Необхідно дати характеристику температури в приміщенні. В цій ситуації розглянемо деяку нечітку множину  $B$ , яка буде характеризувати термін “гарячий потік повітря”. В цьому випадку в якості універсуму для простоти візьмемо шкалу температури, яка вимірюється в градусах Цельсія і знаходиться у відкритому інтервалі  $(0^\circ\text{C}, 100^\circ\text{C})$ , тобто  $X = \{x | 0^\circ\text{C} < x < 100^\circ\text{C}\}$  рис. 4.1.

**Помилка! Не можна створювати об'єкт із кодів полів редагування.**

**Рис. 4.1.** Графіки варіантів функції приналежності для нечіткої множини  $B$ , яка описує “гарячий потік повітря”

Таким чином в якості множини  $B = \{ \langle x, \mu_B(x) \rangle \}$ , яка описує потік гарячого повітря, можна розглядати, наприклад, таку нечітку множину для якої функція приналежності має такі вигляди рис. 4.1.

### 4.3. Функції приналежності

Функції приналежності бувають такі:  $Z$  – подібні,  $S$  – подібні,  $\Pi$  – подібні. Розглянемо лише дві функції приналежності.

Найбільш характерними прикладами є “трикутна” (рис. 4.2) і “трапецієподібна” (рис. 4.3) функції приналежності, які відносяться до кусково-лінійної функції приналежності. В цьому випадку кожна з цих функцій задана на універсумі  $X = [0, 10]$ . В загальному випадку вибір універсуму може бути довільним і не обмеженим ніякими правилами.

**Помилка! Не можна створювати об'єкт із кодів полів редагування.**

**Рис. 4.2.** Графік функції приналежності трикутної форми

**Помилка! Не можна створювати об'єкт із кодів полів редагування.**

**Рис. 4.3.** Графік функції приналежності трапецієподібної форми

Ці функції приналежності можуть бути задані також аналітичними виразами. В загальному випадку “трикутна” і “трапецієподібна” функції приналежності можуть бути задані аналітично такими виразами:

$$f_{\Delta}(x; a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ (x-a)/(b-a), & a \leq x \leq b \\ (c-x)/(c-b), & b \leq x \leq c \\ 0, & c \leq x \end{cases},$$

$$f_T(x; a, b, c, D) = \left. \begin{cases} 0, x \leq a \\ (x-a)/(b-a), a \leq x \leq b \\ 1, b \leq x \leq c \\ (d-x)/(d-c), c \leq x \leq d \\ 0, d \leq x \end{cases} \right\}.$$

Ці функції використовуються для задання таких властивостей множин, які характеризують невизначеності типу “приблизно рівно”, “середнє значення”, “розташований в інтервалі” та ін.

#### 4.4. Математичні основи нечіткої логіки

Нечітка логіка призначена для формалізації людських неточних або наближених думок, і дозволяє більш адекватно описувати проблеми з невизначеностями. Класична логіка за своєю суттю ігнорує проблему невизначеності, оскільки всі висловлювання в формальних логічних системах можуть мати тільки значення “істина” (I, 1) або “неправда” (H, 0). На відміну від цього в нечіткій логіці істинність висловлювань може набувати і відмінних від (I, H) значень.

Нехай  $U$  – деяка множина нечітких висловлювань, а  $T: \rightarrow [0,1]$  – відображення істинності висловлювань.

##### 1. Логічне заперечення нечітких висловлювань.

Логічне заперечення (записується як  $\neg A$ ) і читається “не А”, називається логічна операція, результат якої є нечітким висловлюванням, істинність якого набуває значення:

$$T(\neg A) = 1 - T(A). \quad (4.3)$$

##### 2. Логічна кон’юнкція нечітких висловлювань.

Кон’юнкцією нечітких висловлювань  $A$  і  $B$  (записується як  $A \wedge B$ ) і читається “А і В”, називається бінарна логічна операція, результат якої є нечітким висловлюванням, істинність якого визначається за формулою:

$$T(A \wedge B) = \min \{T(A), T(B)\}. \quad (4.4)$$

Логічну кон’юнкцію нечітких висловлювань також називають нечітким логічним “І”, нечіткою кон’юнкцією, або  $\min$  – кон’юнкцією і інколи записують у вигляді  $A \text{ AND } B$ .

##### 3. Логічна диз’юнкція нечітких висловлювань.

Диз’юнкцією нечітких висловлювань  $A$  і  $B$  (записується як  $A \vee B$ ) і читається “А або В”, називається бінарна логічна операція, результат якої є нечітким висловлюванням, істинність якого визначається за формулою:

$$T(A \vee B) = \max \{T(A), T(B)\}. \quad (4.5)$$

Логічну кон’юнкцію нечітких висловлювань також називають нечітким логічним “АБО”, нечіткою диз’юнкцією, або  $\max$  – диз’юнкцією і інколи записують у вигляді  $A \text{ OR } B$ .

#### 4.5. Операції над нечіткими множинами

Розглянемо лише ті операції, які будуть необхідні для побудови теплового ПС.

*Рівність нечітких множин.* Дві нечіткі множини  $A = \{x, \mu_A(x)\}$  і  $B = \{x, \mu_B(x)\}$  вважаються рівними, якщо їх функції приналежності приймають рівні значення на всьому універсумі  $X$ :

$$\mu_A(x) = \mu_B(x) \text{ для любого } x \in X. \quad (4.6)$$

Рівність множин в такому випадку записується як  $A = B$ .

*Нечітка підмножина.* Нечітка множина  $A = \{x, \mu_A(x)\}$  є нечіткою підмножиною множини  $B = \{x, \mu_B(x)\}$  (записується як  $A \subseteq B$  тоді і тільки тоді, коли значення функції приналежності першої не перевищують відповідні функції приналежності другої, тобто виконується така умова:

$$\mu_A(x) \leq \mu_B(x) \quad \forall x \in X. \quad (4.7)$$

В таких випадках ще говорять, що нечітка множина  $A$  міститься в нечіткій множині  $B$ .

*Пересічення.* Пересіченням двох нечітких множин  $A$  і  $B$  будемо називати деяку третю нечітку множину  $C$ , задану на тому ж універсумі  $X$ , функція приналежності якої визначається за такою формулою:

$$\mu_C(x) = \min \{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \quad \forall x \in X. \quad (4.8)$$

Операція пересічення нечітких множин за аналогією зі звичайними множинами позначається знаком “ $\cap$ ”. Тоді результат операції пересічення НМ можемо записати  $C = A \cap B$ . Цю операцію пересічення інколи називають  $\min$ -пересіченням або **Помилка! Не можна створювати об’єкт із кодів полів редагування.**-пересіченням. Результат пересічення двох нечітких множин показаний на рис. 4.4.

*Об’єднання (сума).* Об’єднанням двох нечітких множин  $A$  і  $B$  будемо називати деяку третю нечітку множину  $D$ , задану на тому ж універсумі  $X$ , функція приналежності якої визначається за наступною формулою:

$$\mu_D(x) = \max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \quad \forall x \in X. \quad (4.9)$$

Операція об'єднання нечітких множин за аналогією зі звичайними множинами позначається знаком “ $\cup$ ”. Тоді результат операції пересічення НМ можемо записати  $D = A \cup B$ .

Цю операцію об'єднання інколи називають max-об'єднанням або **Помилка! Не можна створювати об'єкт із кодів полів редагування.**-об'єднанням. В практиці нечіткого моделювання ця операція використовується досить часто. Результат об'єднання двох нечітких множин показаний на рис. 4.5.

**Помилка! Не можна створювати об'єкт із кодів полів редагування.**

*Рис. 4.4. Графічне представлення операції пересічення*

**Помилка! Не можна створювати об'єкт із кодів полів редагування.**

*Рис. 4.5. Графічне представлення операції об'єднання*

*Доповнення.* Доповнення нечіткої множини  $A$  позначається як  $\bar{A}$  і визначається як нечітка множина  $\bar{A} = \{x \mid \mu_{\bar{A}}(x)\}$ , функція приналежності якої  $\mu_{\bar{A}}(x)$  визначається за такою формулою:

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x) \quad \forall x \in X. \quad (4.10)$$

Операція доповнення нечіткої множини  $A$  показана на рис. 4.6.

**Помилка! Не можна створювати об'єкт із кодів полів редагування.**

*Рис. 4.6. Графічне представлення операції доповнення*

#### 4.6. Основи проектування регулятора. Визначення лінгвістичних змінних

Нечіткими лінгвістичними висловлюваннями будемо називати висловлювання таких видів:

1. Висловлювання “ $\beta \in \alpha$ ”, де  $\beta$  – найменування лінгвістичної змінної,  $\alpha$  – її значення, якому відповідає окремий лінгвістичний терм з базової терм-множини  $T$  лінгвістичної змінної  $\beta$ .

**Помилка! Не можна створювати об'єкт із кодів полів редагування.**

*Рис. 4.7. Основні етапи нечіткого виведення*

2. Висловлювання “ $\beta \in \nabla \alpha$ ”, де  $\nabla$  – модифікатор, який відповідає таким словам як: “ДУЖЕ”, “БІЛЬШЕ АБО МЕНШЕ”, “НАБАГАТО БІЛЬШЕ” та іншим.

3. Складні висловлювання, утворені з висловлювань типів 1 і 2 і нечітких логічних операцій у формі сполучників “І”, “АБО”, “ЯКЩО-ТО”, “НІ”.

Кажучи про нечітку логіку, найчастіше мають на увазі системи нечіткого виведення, які широко використовуються для формування керуючих впливів.

Системи нечіткого виведення призначені для перетворення значень вхідних змінних процесу керування у вихідні змінні на основі використання нечітких правил. Для цього до складу системи нечіткого виведення повинна входити база правил нечітких продукцій і повинен бути реалізований нечіткий вивід, на основі посилянь або умов, представлених у формі нечітких лінгвістичних висловлювань.

Таким чином, основними етапами не-

чіткого виведення є (рис. 4.7):

- формування бази правил систем нечіткого виведення;
- фазифікація вхідних змінних;
- агрегування підумов в нечітких правилах продукцій;
- активізація або композиція підвисновків в нечітких правилах продукцій;
- акумулювання висновків нечітких правил продукцій.

**Формування бази правил нечіткого виведення.** База правил системи нечіткого виведення призначена для формального представлення емпіричних знань або знань експертів в області побудови ПС. В системах нечіткого виведення застосовують правила нечітких продукцій, в яких умови і висновки сформульовані в термінах нечітких логічних висловлювань розглянутих вище типів. Сукупність таких правил називають базами правил нечітких продукцій.

База правил нечітких продукцій представляє собою скінчену кількість правил нечітких продукцій, узгоджену відносно використаних в ній лінгвістичних змінних. Найбільш часто база правил представляється у формі структурованого тексту:

**ПРАВИЛО 1: ЯКЩО “Умова 1” ТО “Висновок 1” ( $F_1$ );**  
**ПРАВИЛО 2: ЯКЩО “Умова 2” ТО “Висновок 2” ( $F_2$ );** (4.11)

**ПРАВИЛО  $n$ : ЯКЩО “Умова  $n$ ” ТО “Висновок  $n$ ” ( $F_n$ );**

Тут через  $F_i$   $i \in \{1, 2, \dots, n\}$  позначені коефіцієнти визначеності або вагові коефіцієнти  $[0, 1]$ .

При заданні чи формуванні бази правил нечітких продукцій необхідно визначити: множину правил нечітких продукцій (правила), множину вхідних лінгвістичних змінних і множину вихідних лінгвістичних змінних.

**Фазифікація. (Fuzzification).** Під фазифікацією розуміється процес або процедура знаходження значень функцій приналежності нечітких множин (термів) на основі звичайних (нечітких) вихідних даних. Фазифікацію ще називають введенням нечіткості.

Метою фазифікації є встановлення залежності між конкретними (звичайно числовими) значеннями окремої вхідної змінної системи нечіткого виведення зі значенням функції приналежності відповідного їй терма вхідної лінгвістичної змінної. Після завершення цього етапу для вхідних змінних повинні бути визначені конкретні значення функцій приналежності для кожного з лінгвістичних термів, які використовуються в підумовах бази правил системи нечіткого виведення.

Етап фазифікації вважається завершеним, якщо будуть знайдені всі значення  $b'_i = \mu(a_i)$  для кожної з підумов всіх правил, які входять в розглянуту базу правил системи нечіткого виведення. Цю множину значень позначимо через  $B = \{b'_i\}$ .

**Агрегування (Aggregation).** Агрегування є процедурою визначення ступеня істинності умов до кожного з правил системи нечіткого виведення. Формально процедура агрегування виконується таким способом. До початку цього етапу вважається, що відомі значення істинності всіх підумов системи нечіткого виведення, тобто множина значень  $B = \{b'_i\}$ .

Далі розглядається кожна з умов правил системи нечіткого виведення. Якщо умовою правила є нечітке висловлювання виду 1 або 2, то ступінь його істинності рівний відповідному значенню  $b'_i$ .

Якщо ж умова складається з декількох підумов виду,

**ПРАВИЛО  $\langle \# \rangle$ : ЯКЩО “ $\beta_1 \in \alpha'$ ” І “ $\beta_2 \in \alpha'$ ” ТО “ $\beta_3 \in \nu$ ”;**

**або ПРАВИЛО  $\langle \# \rangle$ : ЯКЩО “ $\beta_1 \in \alpha'$ ” АБО “ $\beta_2 \in \alpha'$ ” ТО “ $\beta_3 \in \nu$ ”,** (4.12)

причому лінгвістичні змінні в підумовах попарно не дорівнюють одне одному, то визначається ступінь істинності складного висловлювання на основі відомих значень істинності підумов. При цьому значення  $b'_i$  вико-

ристовуються як аргументи відповідних логічних операцій. Тим самим знаходяться кількісні значення істинності всіх умов правил системи нечіткого виведення.

Етап агрегування вважається завершеним, якщо будуть знайдені всі значення  $b''_k$  для кожного з правил  $R_k$ , які входять в розглянуту базу правил  $P$  системи нечіткого виведення. Цю множину позначимо через  $B'' = \{b''_1, b''_2, \dots, b''_n\}$ .

**Активізація (Activation).** Активізація в системах нечіткого виведення є процедурою або процесом знаходження ступеня істинності кожного з підвисновків правил нечітких продукцій. Для формування бази правил системи нечіткого виведення задаються вагові коефіцієнти  $F_i$  для кожного правила (по замовчуванню вважається, що якщо ваговий коефіцієнт не заданий явно, то його значення = 1).

Формально процедура активізації виконується наступним чином. До початку цього етапу вважається, що відомі значення істинності всіх умов системи нечіткого виведення, тобто множина значень  $B'' = \{b''_1, b''_2, \dots, b''_n\}$  і значення вагових коефіцієнтів  $F_i$  для кожного правила. Дальше розглядається кожен з висновків правил системи нечіткого виведення. Якщо висновок правила представляє собою нечітке висловлювання типу 1 або 2, то ступінь його істинності дорівнює алгебраїчному добутку відповідного значення  $b''_i$  на ваговий коефіцієнт  $F_i$ .

Якщо ж висновок складається декількох підвисновків типу,

**ПРАВИЛО  $\langle \# \rangle$ : ЯКЩО “ $\beta_1 \in \alpha'$ ” ТО “ $\beta_2 \in \alpha'$ ” І “ $\beta_3 \in \nu$ ”;**

**або ПРАВИЛО  $\langle \# \rangle$ : ЯКЩО “ $\beta_1 \in \alpha'$ ” ТО “ $\beta_2 \in \alpha'$ ” АБО “ $\beta_3 \in \nu$ ”,** (4.13)

причому лінгвістичні змінні в підвисновках попарно не дорівнюють одне одному, то ступінь істинності кожного з підвисновків дорівнює алгебраїчному добутку відповідного значення  $b''_i$  на ваговий коефіцієнт  $F_i$ . Таким чином знаходяться всі значення  $c_k$  ступенів істинності підвисновків для кожного з правил  $R_k$ , які входять в розглянуту базу правил  $P$ , системи нечіткого виведення. Цю множину значень позначимо через  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_q\}$ , де  $q$  – загальна кількість підвисновків в базі правил.

Після знаходження множини  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_q\}$  визначаються функції приналежності кожного з підвисновків для розглянутих вихідних лінгвістичних змінних.

Етап активації є завершеним, коли для кожної з вихідних лінгвістичних змінних, які входять в окремі підвисновки правил нечітких продукцій, будуть визначені функції приналежності нечітких множин, їх зна-

чень, тобто сукупність нечітких множин:  $C_1, C_2 \dots C_q$ , де  $q$  – загальна кількість підвисновків в базі правил системи нечіткого виведення.

**Акумуляція (Accumulation).** Акумуляція або акумуляування в системах нечіткого виведення є процедурою або процесом знаходження функції приналежності для кожної з вихідних лінгвістичних змінних множини  $W = \{\omega_1, \omega_2 \dots \omega_s\}$ .

Ціло акумуляції є об'єднання або акумуляція всіх ступенів істинності висновків (підвисновків) для отримання функції приналежності кожної з вихідних змінних. Причиною необхідності виконання цього етапу є те, що підвисновки, які відносяться до однієї і тієї ж вихідної лінгвістичної змінної, належать різним правилам системи нечіткого виведення.

Формально процедура акумуляції виконується таким чином. До початку цього етапу передбачаються відомі значення істинності всіх підвисновків для кожного з правил  $R_k$ , які входять в розглянуту базу правил  $P$  системи нечіткого виведення, в формі сукупності нечітких множин:  $C_1, C_2 \dots C_q$ , де  $q$  – загальна кількість підвисновків в базі правил. Далі послідовно розглядається кожна з вихідних лінгвістичних змінних  $\omega_j \in W$  і нечіткі множини  $C_{j1}, C_{j2} \dots C_{jq}$ , які відносяться до неї. Результат акумуляції для вихідної лінгвістичної змінної  $\omega_j$  визначається як об'єднання нечітких множин  $C_{j1}, C_{j2} \dots C_{jq}$  за формулою (4.9).

Етап акумуляції є завершеним, якщо для кожної з вихідних лінгвістичних змінних будуть визначені підсумкові функції приналежності нечітких множин, тобто сукупність нечітких множин  $C'_1, C'_2 \dots C'_s$ , де  $s$  – загальна кількість вихідних лінгвістичних змінних в базі правил системи нечіткого виведення.

### Способи усунення нечіткості. Дефазифікація (Defuzzification).

Дефазифікація в системах нечіткого виведення – це процедура або процес знаходження звичайного (не нечіткого) значення для кожної з вихідних лінгвістичних змінних множини  $W = \{\omega_1, \omega_2 \dots \omega_s\}$ .

Мета дефазифікації полягає в тому, щоб, використовуючи результати акумуляції усіх вихідних лінгвістичних змінних, одержати звичайне кількісне значення кожної з вихідних змінних, котре може бути використане спеціальними пристроями, зовнішніми стосовно системи нечіткого виведення.

Етап дефазифікації вважається закінченим, коли для кожної з вихідних лінгвістичних змінних, будуть визначені підсумкові кількісні значення у формі деякого дійсного числа, тобто у вигляді  $y_1, y_2 \dots y_s$  де  $s$  – загальна кількість вихідних лінгвістичних змінних у базі правил системи нечіткого виведення.

Оскільки, сповіщувачем можуть бути виміряні тільки однозначні величини, і тільки однозначні керуючі величини можуть бути подані на приймально- контрольний прилад, то використання нечітких множин безпосередньо як сигналу керування технічно неможливе. Враховуючи можливість активізації правил, що мають різні виходи, постає необхідність усунення неоднозначності у формуванні керувального впливу, тобто дефазифікації отриманого результату. У процесі дефазифікації відбувається визначення такої однозначної величини, яка б якомога точніше представила отриману нечітку-множину. Ідеальний метод дефазифікації повинен відповідати таким критеріям:

- неперервність;
- однозначність;
- простота обчислень;
- врахування активності всіх правил, що беруть участь у формуванні керувального сигналу.

На жаль, жоден з існуючих методів дефазифікації не відповідає одночасно всім критеріям. В системах найчастіше застосовують такі методи усунення нечіткості:

1. *Метод центра ваги (CoG, COG, Centre of Gravity)* чи центроїд площі розраховується за формулою:

$$y = \frac{\int_{Min}^{Max} x \cdot \mu(x) dx}{\int_{Min}^{Max} \mu(x) dx} \quad (4.14)$$

у формулі використовуються такі позначення:  $y$  – результат дефазифікації,  $x$  – змінна, яка відповідає вихідній лінгвістичній змінній  $\omega$ ,  $\mu(x)$  – функція приналежності нечіткої множини, яка відповідає вихідній змінній  $\omega$  після етапу акумуляції; Min і Max – ліва і права точки інтервалу носія нечіткої множини розглянутої вихідної змінної  $\omega$ .

2. *Метод центра ваги (COGS, Centre of Gravity for Singletons)* для *одноточкових множин* розраховується за формулою:

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot \mu(x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu(x_i)} \quad (4.15)$$

де  $n$  – кількість одноточкових (одноеlementних нечітких множин, кожне з яких характеризує єдине значення розглянутої вихідної лінгвістичної змінної.

Таким чином, структуру нечіткого регулятора можна представити у вигляді показаному на рис. 4.8.

Помилка! Не можна створювати об'єкт із кодів полів редагування.

Рис. 4.8. Структурна схема fuzzy logic

#### 4.7. Основні етапи проектування нечітких регуляторів

Процес проектування нечіткого регулятора складається з чотирьох етапів.

1. *Аналіз системи.* На початку проектування обов'язково треба провести аналіз стану на об'єкті. Процедура аналізу включає в себе вибір структури, так і вибір вхідних та вихідних величин нечіткого регулятора. На цьому етапі можуть бути встановлені вхідні і вихідні фільтри, що потребує відповідного добору коефіцієнтів підсилення або масштабних коефіцієнтів у вхідних та вихідних фільтрах. Ця процедура є обов'язковою при застосуванні нормованого нечіткого блока, тому що в такому випадку необхідно узгодити величини із вхідними і вихідними величинами нечіткого блока, що змінюються в одиничному інтервалі (наприклад,  $[-1, 1]$  або  $[1, 100]$ ).

2. *Встановлення алгоритмічних ступенів свободи.* На цьому етапі здійснюється визначення основних властивостей нечіткого-блока.

3. *Встановлення параметричних ступенів свободи.* Цей етап є центральним в усьому процесі проектування, його можна розподілити на такі кроки:

- встановлення можливих інтервалів зміни вхідних та вихідних величин. При цьому припускається, що на попередньому етапі були визначені властивості об'єкта регулювання та масштабні коефіцієнти фільтрів;
- встановлення лінгвістичних термінів та їх функцій приналежності для всіх лінгвістичних змінних. Як правило в регулюванні обираються трикутні, трапецієподібні та сінглетонподібні функції належності. Слід зауважити, що наявність невизначених областей є небажаною, всі функції належності вхідних нечітких множин обов'язково мають перекриватись;
- складання бази правил.

4. *Моделювання спроектованого контура регулювання.* На цьому етапі відбувається перевірка розробленого нечіткого регулятора. У випадку, якщо результати моделювання є незадовільними, потрібно змінити певні параметри нечіткого регулятора.

На рис. 4.9 наочно показано блок-схему розробки нечіткого регулятора, на якій відображені всі етапи проектування.

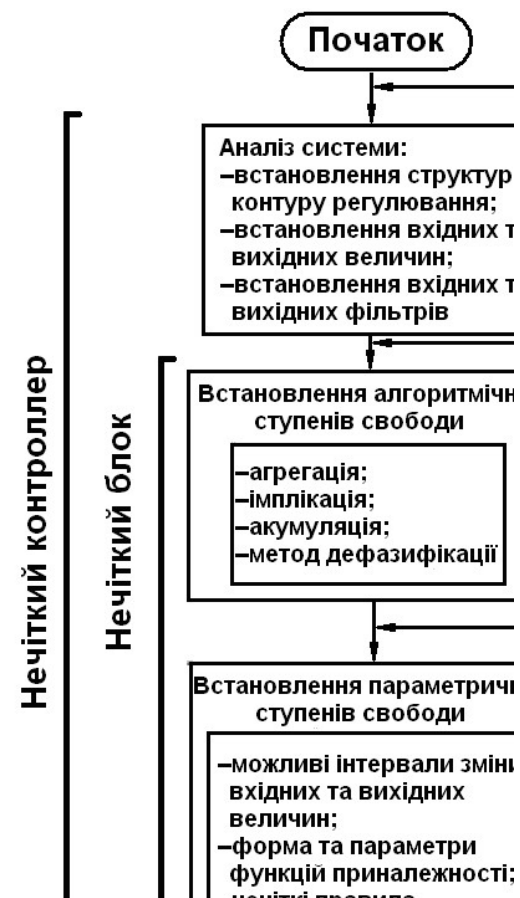


Рис. 4.9. Блок-схема розробки нечіткого регулятора  
4.8. Класичний регулятор

Основним елементом представлення знань у системі з нечітким регулятором є лінгвістична змінна, значеннями якої можуть бути тільки мовні конструкції. Значення цих лінгвістичних змінних (тепло, дим, полум'я) визначають певні області в множині можливих значень. Причому ці області не мають чітко визначених границь і перекривають одна одну. Фізична величина може одночасно належати кільком областям. Ступінь належності тій чи іншій області визначається на основі значення функції належності, сформованої для цієї області. Функція належності може набувати різноманітних форм. За допомогою цих лінгвістичних змінних, на основі знань експерта, формується база правил виду "умова – наслідок":



якщо ... тоді ...

Для формування бази правил використовують такі структури:  
**регулятор типу Мамдані**

якщо  $x_{1k} \in A_{1k}$  і  $x_{2k} \in A_{2k}$  і ...  $x_{nk} \in A_{nk}$  , тоді  $Y \in C_k$  ,

та

**регулятор Такагі-Сугено-Канга**

якщо  $x_{1k} \in A_{1k}$  і  $x_{2k} \in A_{2k}$  і ...  $x_{nk} \in A_{nk}$  ,

тоді  $Y = f(u, x_{1k}, x_{2k}, \dots, x_{nk})$  ,

де  $x_{1k}, x_{2k}, \dots, x_{nk}$  – значення параметрів, що характеризують роботу системи (тепло, дим),  $A_{1k}, A_{2k}, \dots, A_{nk}, C_k$  – визначені області, в яких можуть знаходитись сигнали  $x_{1k}, x_{2k}, \dots, x_{nk}$  та вихідний сигнал  $Y$ .

### Контрольні питання

1. Що таке нечітка множина?
2. Які Ви знаєте функції приналежності?
3. Які Ви знаєте операції над нечіткими множинами?
4. Для чого призначена база правил системи нечіткого виведення?
5. Що таке фазифікація?
6. Що таке агрегування?
7. Що таке активізація?
8. Що таке акумуляція?
9. Які Ви знаєте способи усунення нечіткості (дефазифікація)?
10. Структурна схема fuzzy logic.
11. З яких етапів складається процес програмування нечіткого регулятора?
12. Які Ви знаєте нечіткі регулятори?

## Розділ 5 ПОБУДОВА ПОЖЕЖНИХ СПОВІЩУВАЧА З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

### 5.1. Алгоритми опрацювання інформативних сигналів у сучасних пожежних сповіщувачах

До складу ПС третього покоління входять декілька різнотипних первинних перетворювачів, які реагують на різні ознаки пожежі і мікроконтролер зі значною оперативною та постійною пам'яттю для опрацювання, зберігання інформації про сигнали і передавання повідомлень встановленого зразка (рис. 2.1). Тому такі ПС відносяться [61] до інформаційно-вимірювальних приладів, здатних опрацьовувати за заданим алгоритмом отримувані первинними перетворювачами сигнали, співпрацювати у локальній мережі з іншими приладами, здійснювати власну самоперевірку й зовнішнє тестування, а також періодичну, у межах каліброваних відліків часу (секунди, хвилини, години, доби та сезону), зміну значення (порогового) рівня спрацювання та при його перевищенні подання повідомлень, які призводять до спрацювання СПС.

Перетворення сигналу первинного перетворювача сповіщувача застосовується у всіх видах і типах ПС і найчастіше полягає у [83]:

- пропорційному підсиленні вихідного сигналу первинного перетворювача;
- диференціюванні сигналу первинного перетворювача у часі;
- сумісному використанні пропорційно-підсиленого й диференційованого сигналів (складний алгоритм).

*Пропорційне підсилення вихідного сигналу* первинного перетворювача сповіщувача використовується практично у всіх ПС і зводиться до формування лінійної залежності між вхідним параметром (наприклад, температури  $T$ ), та вимірюваним параметром первинного перетворювача (наприклад, електричним опором  $R$ ) у вигляді  $R = F_1(T)$ . Остання видозмінюється до використовуваної у ПС залежності електричної напруги від температури  $U = F_2(T)$ .

*Числове диференціювання сигналу перетворювача у часі* - один із типових прикладів застосування сучасних методів обробки результатів вимірювання, подаваних у формі послідовності чисел, що постійно записуються у пам'ять мікроконтролера і в подальшому опрацьовуються за певним алгоритмом. Значення похідної в певній точці функції, більше від заданого, свідчить про виникнення пожежі. Коли подібне коїться одночасно на інших каналах, до прикладу на димовому каналі, що контролюється іонізаційним перетворювачем, то це підтверджує наявність пожежі за умови використання найпростішого логічного елемента типу "І"

(коли на обидва входи логічного елемента поступають одиничні вхідні напруги від кожного перетворювача, то на виході елемента формується одинична вихідна напруга).

*Примітка:* ПС з первинними перетворювачами температури, сигнал яких диференціюється в аналоговому режимі, за допомогою відповідних елементів, відомі здавна і реалізовані ще у ПС першого покоління. За позитивного значення похідної температура зростає, що служить безпосередньою ознакою пожежі; за негативного значення похідної – температура спадає і пожежа відсутня. Наприклад, ПС типу МДПІІ-028, D601, що експлуатується як ПС максимально-диференціальної дії, спрацьовує за швидкості зміни температури.

Сумісне використання пропорційно-підсиленого й продиференційованого сигналів. Маючи всього один первинний перетворювач, можна ефективно використати його для більш вірогідного виявлення пожежі. Тоді та сама напруга первинного перетворювача  $U$  бере участь у формуванні 1-го пропорційного компонента й 2-го диференційного компонента інформаційного сигналу. Такий тепловий ПС використовує відразу 2 члени рівняння і його вважають ПС максимально-диференціальної дії. Подібне стосується і димових ПС максимально-диференціальної дії. У останніх використовується як визначальна характеристика не тільки пропорційний сигнал, зумовлений інтенсивністю пропущеного світла, а й похідна від нього, знакозмінна внаслідок ефекту “мерехтіння світла”.

Зазначимо, що для обчислення похідної потрібно зберігати певну кількість даних. Надалі отримане біжуче значення похідної порівнюється з заданим (пороговим), встановленим на етапі проектування або відлагодження СПС. Крім того, отримане значення може порівнюватися також з попереднім значенням похідної, наприклад, з даними отриманими декілька секунд перед тим. Періодична зміна знаку похідної підтверджує ефект “мерехтіння світла”.

Зі збільшенням числа порівнянь можна точніше визначати тип пожежі й покращити чутливість ПС та вірогідність правильного спрацювання СПС. Ступінь вірогідності залежить від порівняння значень параметрів оцінюваного стану і закладених у пам’ять мікроконтролера даних стосовно розвитку різних типів пожеж, як і різних об’єктів з різними умовами контрольованого середовища. Для таких засобів СПС доцільно застосувати метод експертних оцінок, сформований засобами нечіткої логіки (fuzzy logics).

Оскільки у ПС третього покоління передбачається використання двох і більше первинних перетворювачів, то їхні сигнали можуть сумуватися в аналоговій або цифровій формі. Позаяк у ПС третього покоління використовується мікроконтролер, то для спрощення вхідного кола доцільно використовувати саме цифрове сумування сигналів. При цьому, можна аналізувати як сумарний сигнал, так і сигнали від окремих первинних перетворювачів. За одним із вищенаведених алгоритмів роботи з інформа-

тивним сигналом може автоматично братися похідна від кожного з цих сигналів, що розширює аналізоване інформаційне поле.

Коли у конструкції ПС передбачено три первинні перетворювачі, що працюють на основі пропорційного підсилення вихідного сигналу, то його сумарний електричний сигнал визначається алгебраїчним виразом, складеним із суми трьох компонентів. Він надходить трьома сигнальними каналами від первинних перетворювачів: оптоелектронним - від оптоелектронної камери (1-а складова), тепловим - від термоопору (2-а складова) та іонізаційним – від іонізаційної камери (3-я складова). Таким чином, рішення про виявлення вогнища займання приймається мікроконтролером на основі аналізу сумарного електричного сигналу у вигляді електричної напруги:

$$U = AX_O + BX_T + CX_I,$$

похідної від сумарного сигналу:

$$U = K(AX_O + BX_T + CX_I)'$$

та похідних від окремих складових сумарного сигналу:

$$U = DX_O' + EX_T' + FX_I',$$

а також комбінацій певних складових сигналів та їх похідних:

$$U = AX_O + DX_O',$$

$$U = BX_T + EX_T',$$

$$U = CX_I + FX_I'.$$

Можливі комбінації одних складових сигналів та похідних інших відмінних складових.

Тут  $A, B, C, D, E, F, K$  – коефіцієнти пропорційності, які визначаються методом експертних оцінок на етапі розроблення ПС (їх можна задати на етапі проектування СПС та змінювати під час вогневих випробувань СПС безпосередньо на об’єкті, з урахуванням реальних горючих речовин, що складаються у цьому приміщенні);  $X$  (з відповідним індексом) – вимірюваний сигнал конкретного первинного перетворювача;  $X'$  (з відповідним індексом) – похідна вимірюваного сигналу конкретного первинного перетворювача.

Базове значення сигналу визначається застосованим алгоритмом обробки, відповідно до якого цим значенням може бути: а) значення сигналу, жорстко встановлене на етапі виготовлення (переважно у ПС першого покоління); б) значення сигналу, який формується у додатковій камері, спеціально ізольованій від дії контрольованого середовища (ПС другого покоління); в) «плаваюче» значення, що визначається алгоритмічно, з використанням бази даних стосовно вимірюваних параметрів та їхніх похідних (ПС третього покоління).

Збільшення числа первинних перетворювачів у одному ПС дає змогу точніше виявляти пожежу. Коли один, наприклад, іонізаційний перетворювач, встановить суттєве збільшення вмісту іонів, еквівалентне стану пожежі, а інші перетворювачі не відчують зміни їм відповідних параметрів, то ПС не сформує повідомлення тривоги, оскільки заданий алгоритм його роботи обов'язково потребує суми трьох складових. Вказаний алгоритм суттєво знижує можливість помилкового спрацювання (тут за вмістом диму, що може бути наслідком куріння у приміщенні).

Зазначені алгоритми обробки інформативного сигналу доповнюються різними варіантами часової обробки. Так, у ПС третього покоління доцільно використовувати періодичну корекцію показів через певні проміжки часу. Часто виникає ситуація, коли пороги спрацювання ПС повинні змінюватись, тобто слід передбачити таку можливість на конструктивному або/і на програмно-технічному рівнях. Так, у ПС першого покоління існує заданий рівень спрацювання. Таким рівнем у теплових ПС служить температура, наприклад, 72°C, вище якої розплавляється низькотемпературний стоп і тому розривається електричне коло ПС, що фіксує приймальне обладнання. Тому "зимова" пожежа встановлюється тим самим ПС із значною затримкою у часі порівняно з „літньою” пожежею: при пожежі узимку ПС повинен прогріватись до порогу спрацювання значно довше ніж улітку.

Подібна ситуація недопустима для ПС третього покоління, що повинен враховувати сезонні зміни. Для усунення помилкового «літнього» спрацювання слід передбачити алгоритмічну корекцію порогового рівня спрацювання ПС ще на етапі його побудови. Запропоновано використовувати такий алгоритм опрацювання сигналів аналогових терморезистивних перетворювачів, що передбачає визначення відносних змін опору у часі з періодичною корекцією порогу спрацювання ПС. Крім того, для підвищення вірогідності видачі сигналу тривоги рекомендується в алгоритмі роботи ПС застосувати трикратне підтвердження надзвичайної події перед видачею повідомлення про неї, що здійснюється у межах до 2 с.

Підвищення функціональних можливостей сучасних мікроконтролерів дає змогу застосовувати складніші алгоритми опрацювання сигналів для підвищення надійності СПС: можливими стають алгоритми, що конкретизують умови роботи і встановлюють залежність порогу спрацювання від світлової пори доби, дати та географічних координат місцевості, де встановлюються ПС третього покоління.

Завдяки перенесенню опрацювання вимірюваної інформації від ППКП безпосередньо до пожежних сповіщувачів третього покоління СПС отримують змогу зменшити час спрацювання й підвищити вірогідність виявлення пожежі, а також урахувати сезонні, добові та інші зміни умов роботи й перейти до бездротової передачі даних, що, в свою чергу, покращує визначальні параметри систем пожежогасіння.

## 5.2. Алгоритмічні засади роботи інтелектуального пожежного сповіщувача

Інтелектуальні ПС, оснащені мікроконтролером та певними алгоритмами опрацювання результатів вимірювання, характеризуються істотно покращеними експлуатаційними параметрами. Перенесення опрацювання вимірюваної інформації безпосередньо до сповіщувача (за умови використання мікроконтролера в його конструкції), як уже зазначалося, дає змогу зменшити час спрацювання і підвищити вірогідність виявлення пожежі.

Ефективна робота ПС третього покоління, залежить від того, наскільки ефективно запрограмовані ПС (який алгоритм роботи вибраний і який при цьому закладений математичний апарат); які критерії спрацювання взято за основу і як забезпечується виконання цих критеріїв; яким чином автоматично реалізується сезонна, щоденна чи щогодинна зміна величини рівня спрацювання ПС, на основі чого випрацьовуються повідомлення, зокрема “Пожежа” тощо, тобто від застосованих алгоритмів роботи ПС [83]. Однак, у створенні інтелектуального ПС із самовідновлюваними характеристиками в процесі його експлуатації основними можна вважати шляхи і засоби опрацювання результатів вимірювання первинних перетворювачів [83], їх реалізацію у загальному алгоритмі роботи ПС та алгоритми часової корекції значень параметрів (порогового) рівня спрацювання, що було розглянуто в 5.1.

Вирішенню цього достатньо складного завдання перешкоджає специфіка застосування самого сповіщувача, певна невизначеність критеріїв його спрацювання при виникненні критичної ситуації, а також необхідність змінювати параметри налаштування ПС залежно від характеристик приміщення, де його встановлюють [49].

Створення алгоритму роботи ПС третього і четвертого поколінь, який дає змогу якомога швидше і безпомилково виявити вогнище займання, вважається складним завданням, оскільки в основу вирішення закладається компроміс між швидкістю виявлення вогнища займання й вірогідністю спрацювання.

Розглянемо шляхи побудови, програмування та використання інтелектуального ПС на основі нечіткої логіки з високостабільними експлуатаційними характеристиками [84]. Існує низка конструктивно, технологічно та програмно складних ПС, виготовлених провідними європейськими фірмами, де використовуються прогресивні підходи до формування стабільних у часі характеристик. Наприклад, фірма “Бош” використовує такі технологічні прийоми, як активний моніторинг електроніки (за наявності встановлених алгоритмів і вбудованих моделей порівняння сигналів тривоги), що гарантує високу точність виявлення пожежі, та активний моніторинг забруднення, що збільшує термін служби ПС. Останнє передбачає введення функції раннього запобігання небезпеці на

основі створення опції передтривожного стану (**Тривога 1-го рівня**) в регістрах мікроконтролера.

В димових ПС другого покоління за наявності забруднення світлопроникної поверхні димової камери він лише відправляє в автоматичному режимі службовий сигнал на панель ППКП. Він не здатний самостійно й оперативно змінювати власні параметри з метою компенсації наслідків забруднення. Крім того, не враховуються фактори природного старіння світловипромінювальних і світлоприймальних елементів ПС та забруднення їх активних поверхонь.

Для збереження незмінної чутливості і здатності виявляти пожежу протягом тривалого часу інтелектуальний ПС оснащений багатфункціональною схемою автоматичної компенсації впливу забруднення й умов оточення. Схема забезпечує незмінне значення параметра чутливості ПС (порогу чутливості) у діапазоні компенсації, який очевидно є незначним. Надалі активується функція нечинності, що передбачає виконання робіт з очищення димової камери обслуговуючим персоналом.

На рис. 2.1 показано структурну схему інтелектуальних ПС третього і четвертого поколінь. Розглянемо алгоритм роботи інтелектуального двоканального ПС (тепловий / димовий ПС). Під час роботи ПС з певною періодичністю вимірюється температура та задимленість у приміщенні. Результати вимірювання запам'ятовуються мікроконтролером у масиві даних, який формується за принципом: першим зайшов – першим вийшов. Таким чином завжди зберігаються N останніх вимірних значень, які використовуються для визначення похідних за формулами:

$$T' = \frac{dT}{dt} \frac{T_2 - T_1}{t_2 - t_1};$$

$$Z' = \frac{dZ}{dt} = \frac{Z_2 - Z_1}{t_2 - t_1},$$

де  $T'$  – похідна за часом від температури (швидкість зміни температури),  $T_1$  – значення температури в початковий момент часу,  $T_2$  – значення температури в наступний момент часу,  $Z'$  – похідна за часом від задимленості (швидкість зміни задимленості),  $Z_1$  – значення задимленості в початковий момент часу,  $Z_2$  – значення задимленості в наступний момент часу,  $t_1$  – початковий момент часу,  $t_2$  – наступний момент часу.

Мікроконтролер керує процесом вимірювання, проводить опрацювання методами нечіткої логіки результатів вимірювання і обчислених значень похідних та приймає рішення про наявність пожежі. Інформація про пожежний стан об'єкта передається до виконавчого механізму або/і до ППКП, що може зберігати і архівувати дані про стан об'єкта, а також керувати роботою системи пожежогасіння. На ПК може надходити інформація від усіх ПС, які знаходяться на об'єкті, або від певної кількості об'єктів. Дані можуть передаватися з допомогою будь-якого стандартного

інтерфейсу ПК (до прикладу, COM) або засобами бездротової передачі даних (наприклад, технології WiFi).

Алгоритм роботи інтелектуального ПС представлено на рис. 5.1. При першому включенні (на об'єкті в умовах нормальної роботи) ПС проводить самотестування працездатності основних блоків, перевіряє наявність зв'язку з виконавчим механізмом або/і з ППКП, вимірює значення температури та задимленості та встановлює початкові уставки роботи (наприклад, температура та задимленість навколишнього середовища за нормальних умов). Якщо під час тестування не виявлено збоїв у роботі, ПС переходить у режим циклічного моніторингу навколишнього середовища.

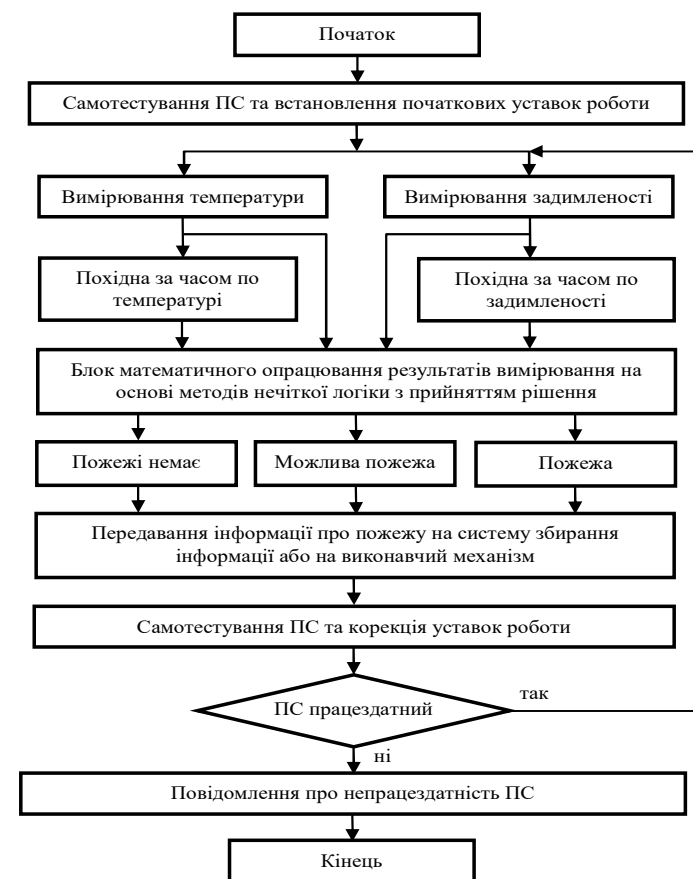


Рис. 5.1. Алгоритм роботи інтелектуального ПС

У кожному циклі роботи ПС вимірюється температура і задимленість на об'єкті та визначаються похідні за часом від температури і від задимленості. Отримані результати передаються у програмний блок математичного опрацювання результатів вимірювання на основі методів нечіткої логіки, що приймає рішення про стан об'єкта: «Пожежі немає», «Можлива пожежа», «Пожежа». Стан «Можлива пожежа» може мати кілька градацій. До прикладу, «Тривога 1-го рівня» – пожежа практично неможлива (спрацював лише один із чотирьох критеріїв аналізу), «Тривога 2-го рівня» - високий рівень ймовірності пожежі (спрацювало більше двох із чотирьох критеріїв аналізу). Залежно від того, якою категорією пожежовибухонебезпеки характеризується об'єкт захисту, СПС може спрацювати за будь-якого стану ПС, окрім стану «Пожежі немає».

Так, для вибухонебезпечних об'єктів з високим рівнем ризику виникнення пожежі можливе спрацювання за станом «Тривога 2-го рівня» і навіть за станом «Тривога 1-го рівня». Для об'єктів, пожежа малоімовірна, оскільки відсутні швидкозаймісті матеріали, спрацювання системи відбувається за станом «Пожежа» або за станом «Тривога 2-го рівня». Отримане рішення про стан об'єкта передається на виконавчий механізм або/і до ППКП (систему збирання інформації).

ПС переходить до режиму самотестування та корекції уставок роботи. Поновлюється масив вимірних даних, уставки «Температура» та «Задимленість навколишнього середовища» (за умови їх повільної зміни у часі), перевіряється працездатність ПС і т.д. Якщо ПС непрацездатний, відсилається повідомлення про збій роботи ПС до ППКП, який означає його як непрацездатний. Крім того, якщо за певний час ППКП не отримує повідомлення від конкретного ПС, то даний ПС позначається як непрацездатний і повідомлення відображається на екрані монітора (наприклад, даний ПС відзначається червоним кольором і блимає; можливим є також певний звуковий сигнал). Якщо ж ПС працездатний, то здійснюється перехід на новий цикл вимірювання і повторно визначення пожежного стану об'єкта.

### 5.3. Математична модель теплового пожежного сповіщувача

В загальному випадку математичну модель теплового ПС можна записати в такому вигляді:

$$T_{\text{сп}} \frac{dU_{\text{вих}}(t)}{dt} + U_{\text{вих}}(t) = kt^0(t), \quad (5.1)$$

або в операторній формі запису

$$T_{\text{сп}} p U_{\text{вих}}(p) + U_{\text{вих}}(p) = kt^0(p); \quad (5.2)$$

де  $T_{\text{сп}}$  – стала часу сповіщувача (інерційність, яка залежить від типу чутливого елемента);

$U_{\text{вих}}$  – вихідний сигнал чутливого елемента;

$k$  – коефіцієнт підсилення чутливого елемента;

$t^0$  – температура навколишнього середовища;

$t$  – час;

$p$  – оператор Лапласа.

Отже, тепловий ПС описується лінійним диференціальним рівнянням (5.1). Розв'язок цього диференціального рівняння буде складатися з вимушеної і перехідної складових:

$$U_{\text{вих}}(t) = U_{\text{вих.вим}}(t) + U_{\text{вих.п}}(t). \quad (5.3)$$

Вимушена складова шукається за умови, що  $t \rightarrow \infty, p \rightarrow 0$ . Якщо прийняти, що  $t^0(t) = t^0 = \text{const}$ , тоді:

$$U_{\text{вих.вим}}(t) = kt^0. \quad (5.4)$$

Перехідна складова буде рівною:

$$U_{\text{вих.п}}(t) = Ce^{pt} t^0, \quad (5.5)$$

де  $p$  – корінь характеристичного рівняння  $T_{\text{сп}} p + 1 = 0$ :

$$p = -\frac{1}{T_{\text{сп}}}. \quad (5.6)$$

Тоді вираз (5.3) з урахуванням (5.4), (5.5) і (5.6) буде мати вигляд:

$$U_{\text{вих}}(t) = \left( k + Ce^{-\frac{t}{T_{\text{сп}}}} \right) t^0.$$

Знайдемо значення сталої  $C$  при початкових умовах:  $t = 0, U_{\text{вих}}(0) = 0$ . Тоді:

$$C = -k.$$

Отже, розв'язок лінійного диференціального рівняння (5.1) буде мати вигляд:

$$U_{\text{вих}}(t) = k \left( 1 - e^{-\frac{t}{T_{\text{сп}}}} \right) t^0.$$

Використовуючи перетворення Лапласа, можна записати математичну модель теплового ПС на основі передавальної функції.

$$W_{\text{сп}}(p) = \frac{U_{\text{вих}}(p)}{t^0(p)} = \frac{k}{T_{\text{сп}} p + 1}. \quad (5.6)$$

На рис. 5.2 показано перехідний процес теплового сповіщувача.

**Помилка! Не можна створювати об'єкт із кодів полів редагування.**

*Рис. 5.2. Перехідний процес теплового пожежного сповіщувача*

Як видно з рис. 5.1, чим більша стала часу сповіщувача, тим більша його інерційність. Це, в свою чергу, впливає на час виявлення пожежі. Найбільшу інерційність мають сповіщувачі, в яких чутливим елементом виступає біметалева пластина (СП 103-П70, НЛ 871-10), легкоплавкі сплави (D 601), найменшу – ПС з феромагнітним чутливим елементом (ІП – 105, СПТМ – 70, СПТМ – 62), ПС з напівпровідниковими елементами (ІТ 1, ІТ 1В, Apollo 55000-100, Apollo 55000-400 і т.д.)

#### 5.4. Синтез нечіткого регулятора для теплового пожежного сповіщувача

До складу нечіткого регулятора повинен входити блок підготовки вхідної інформації, що перетворює вхідні сигнали в сигнали з необхідними параметрами, які надалі використовуються для його роботи. Він також може мати диференціальний вхід, якщо такого не передбачено.

Синтез нечіткого регулятора здійснюється за алгоритмом, який наведений в розділі 4 [62]:

1. *Проведення аналізу системи спостерігача.* Встановлення структури контура регулювання вхідних і вихідних величин нечіткого регулятора.

Обирається одна з найбільш стабільних та простих для налаштування структура – контур з паралельною нечіткою корекцією, загальна структура якого показана на рис. 5.3. Нечіткий регулятор вмикається паралельно до класичного теплового ПС (рис. 5.3). Вхідними величинами нечіткого регулятора є температура всередині приміщення  $t^0$  та її похідна  $t^0$ . Якщо за принципом реагування тепловий сповіщувач є максимальним, то сигнал похідної можна визначити блоком підготовки вхідної інформації. Вихідною величиною нечіткого регулятора є сигнал, який в поєднанні з вихідним сигналом відомих схем реалізації теплових ПС повинен дати інформацію щодо стану, який складається на об'єкті.

**Помилка! Не можна створювати об'єкт із кодів полів редагування.**

*Рис. 5.3. Структурна схема контура з паралельною нечіткою корекцією*

2. *Встановлення алгоритмічних ступенів свободи.*

Для проєктованого нечіткого блока пропонується використати такі установки:

- оператор імплікації-мінімум-оператор;

- оператор агрегації-максимум-оператор.

Рекомендується використати найбільш популярний метод дефазифікації – гравітаційний (centroid) [5, 6].

3. *Встановлення параметричних ступенів свободи.*

3.1. *Встановлення можливих інтервалів зміни вхідних та вихідних величин.* Результати аналізу системи з класичним сповіщувачем дають змогу визначити інтервали зміни вхідних та вихідних величин. Похибка температури змінюється в інтервалі  $[-5, 5]$ , похідна від неї змінюється в інтервалі  $[-10, 10]$ . Сумісний аналіз кривих зміни похибки регулювання, її похідної та сигналу на виході дають можливість визначити інтервал зміни вихідної величини як  $[-10, 10]$ .

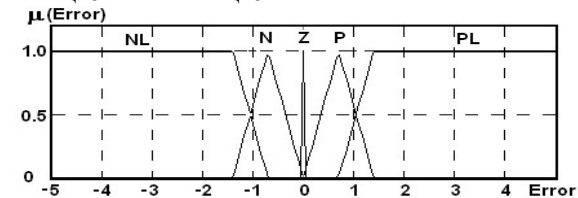
3.2. *Встановлення форми та параметрів функцій належності*

Вхідним змінним Error (похибка температури) та D-Error (похибка похідної температури) відповідає п'ять лінгвістичних термів:

- PL – Positive Large (позитивна велика);
- P – Positive (позитивна);
- Z – Zero (нуль);
- N – Negative (негативна);
- NL – Negative Large (негативна велика).

Форма граничних термів PL та NL приймається трапецієподібною. Форма термів P, Z, N приймається трикутною. Трикутна та трапецієподібна форми функцій приналежності вживаються в техніці регулювання найчастіше, тому що це дає змогу зменшити витрати машинного часу.

Прийняті для лінгвістичних змінних Error ( $t^0$ ) та D-Error ( $t^0$ ) функції приналежності показані на рис. 5.4 та рис. 5.5, а параметри їх термів наведені в таблиці 5.1 та таблиці 5.2.



*Рис. 5.4. Функція приналежності вхідної змінної Error (похибка температури)*

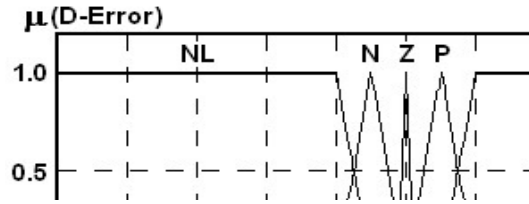


Рис. 5.5. Функція приналежності входної змінної D-Error (похідна похибки температури)

Таблиця 5.1

Параметри функції приналежності входної змінної Error ( $t^{\circ}$ )

Терм	Форма терму	Характерні точки
NL (Negative Large)	трапеція	[-5, -5, -1.4, -0.7]
N (Negative)	трикутник	[-1.4, -0.7, 0]
Z (Zero)	трикутник	[-0.05, 0, 0.05]
P (Positive)	трикутник	[0, 0.7, 1.4]
PL (Positive Large)	трапеція	[0.7, 1.4, 5, 5]

Таблиця 5.2

Параметри функції приналежності входної змінної D-Error ( $t^{\circ}$ )

Терм	Форма терму	Характерні точки
NL (Negative Large)	трапеція	[-10, -10, -2, -1]
N (Negative)	трикутник	[-2, -1, 0]
Z (Zero)	трикутник	[-0.25, 0, 0.25]
P (Positive)	трикутник	[0, 1, 2]
PL (Positive Large)	трапеція	[1, 2, 10, 10]

Вихідній змінній Korrection (корекція) відповідає дев'ять лінгвістичних термів:

- PL – Positive Large (позитивна велика);
- PM – Positive Middle (позитивна середня);
- PS – Positive Small (позитивна маленька);
- P – Positive (позитивна);
- Z – Zero (нуль);
- N – Negative (негативна);
- NS – Negative Small (негативна маленька);
- NM – Negative Middle (негативна середня);

- NL – Negative Large (негативна велика).

Як і у випадку входних змінних, форма граничних термів PL та NL приймається трапецієподібною, а форма "внутрішніх" термів PM, PS, P, Z, N, NS, NM – трикутною. Обрати параметри термів для вихідної змінної складніше, ніж для входних змінних, а встановити їх точно можна лише після багаторазового моделювання. Остаточно приймається функція приналежності, що зображена на рис. 5.6. Параметри функції приналежності лінгвістичної змінної Korrection наведені в таблиці 5.3.

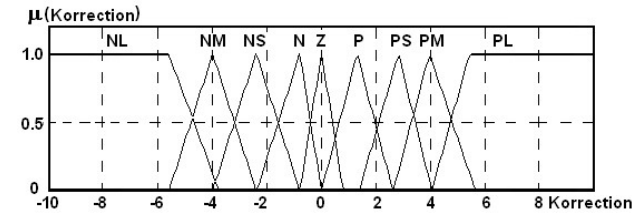


Рис. 5.6. Функція приналежності вихідної змінної Korrection

Таблиця 5.3

Параметри функції приналежності вихідної змінної Korrection

Терм	Форма терму	Характерні точки
NL (Negative Large)	трапеція	[-10, -10, -5.61, -3.77]
NM (Negative Middle)	трикутник	[-5.6, -4, -2.4]
NS (Negative Small)	трикутник	[-4, -2.4, -0.8]
N (Negative)	трикутник	[-2.38, -0.8, 0]
Z (Zero)	трикутник	[-0.8, 0, 0.8]
P (Positive)	трикутник	[0, 1.312, 2.624]
PS (Positive Small)	трикутник	[1.39, 2.83, 4.05]
PM (Positive Middle)	трикутник	[2.64, 3.97, 5.65]
PL (Positive Large)	трапеція	[4.064, 5.44, 10, 10]

### 3.3. Складання бази нечітких правил

Правила складаються на основі інтуїтивних знань експерта. В нашому випадку як експертні знання використовуються результати аналізу, що були отримані при дослідженні класичного сповіщувача. Деякі правила після моделювання системи з паралельною корекцією були уточнені.

Як зазначалося вище, завдання паралельної нечіткої корекції полягає в забезпеченні вищої точності, надійності та працездатності сповіщувача.

Складені таким чином та уточнені після моделювання правила наведені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4

База нечітких правил

		Error				
		PL	P	Z	N	NL
D-Error	PL	NL	NM	Z	N	Z
	P	NM	NS	Z	Z	P
	Z	NS	N	Z	P	PS
	N	N	Z	Z	PS	PM
	NL	Z	P	Z	PM	PL

Позначення:

	– нормальний стан об'єкта
	– попередження
	– велика ймовірність пожежі
	– пожежа

Принцип складання нечітких правил можна пояснити наступним чином (для прикладу пояснимо лише деякі з них. Інші правила складаються аналогічно):

**ЯКЩО Температура Позитивна Велика І Похідна Температури Позитивна Велика, ТО Сигнал Негативно Великий (Пожежа).**

**ЯКЩО Температура Негативна І Похідна Температури Позитивна Велика, ТО Сигнал Негативний (Попередження про пожежу – велика ймовірність пожежі).**

**ЯКЩО Температура Позитивна Велика І Похідна Нульова, ТО Сигнал Негативно Маленький (Попередження про пожежу – велика ймовірність пожежі).**

**ЯКЩО Температура Негативна І Похідна Нульова, ТО Сигнал Позитивний (Нормальний стан).**

**ЯКЩО Температура Негативно Велика І Похідна Негативно Велика, ТО Сигнал Позитивний (Нормальний стан).**

### 5.5. Реалізація теплового пожежного сповісвача з нечітким регулятором в програмному середовищі MATLAB

Для створення моделі нечіткого регулятора засобами пакету MATLAB [85] необхідно увійти в редактор створення систем з нечіткими регуляторами. Для цього в командній стрічці вікна команд необхідно набрати команду **fuzzy**. Якщо команда **fuzzy** задається без аргументів, то редактор FIS Editor створює нову систему з нечітким регулятором (рис. 5.7), для якої за замовчуванням визначено цілий ряд параметрів, зокрема тип регулятора – регулятор Мамдані.

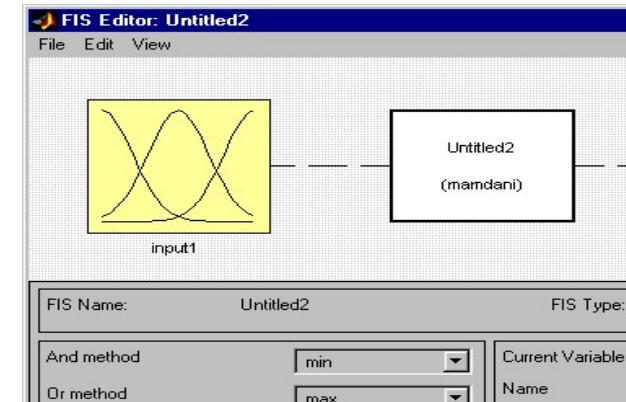


Рис. 5.7. Графічний інтерфейс редактора створення нечіткого регулятора Мамдані

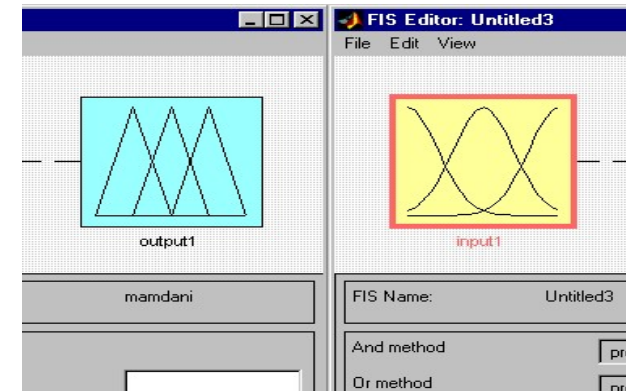


Рис. 5.8. Графічний інтерфейс редактора створення нечіткого регулятора Такагі-Сугено

Якщо функція **fuzzy** викликається у формі **fismat** ('fismat'), де **fismat** – ім'я файлу з розширенням **fis**, в якому збережено попередньо розроблений регулятор, то редактор завантажує структуру цього регулятора.

Редактор FIS Editor має графічний інтерфейс і дає змогу викликати інші редактори, необхідні для створення та перегляду синтезованого нечіткого регулятора. У верхній частині робочого інтерфейсу відображається діаграма, що у візуальній формі відтворює входи та виходи системи, а у центрі розміщується так званий процесор бази правил. Натиск мишки на прямокутник, що зображує вхід чи вихід виділяє відповідну змінну і робить її активною. Подвійний натиск мишки на прямокутник з зображенням вхідної чи

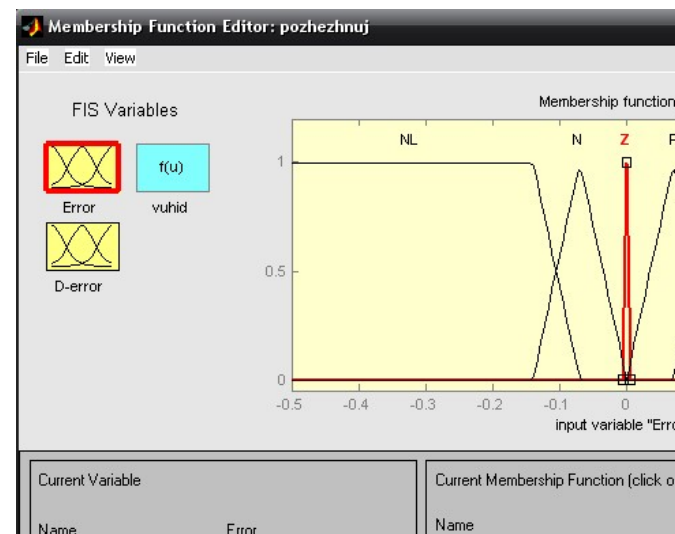


вихідної змінної викликає редактор функцій належності. Подвійний натиск клавіші мишки на блоці бази правил викликає редактор формування правил. Редактор FIS Editor має головне меню, що містить такі операції:

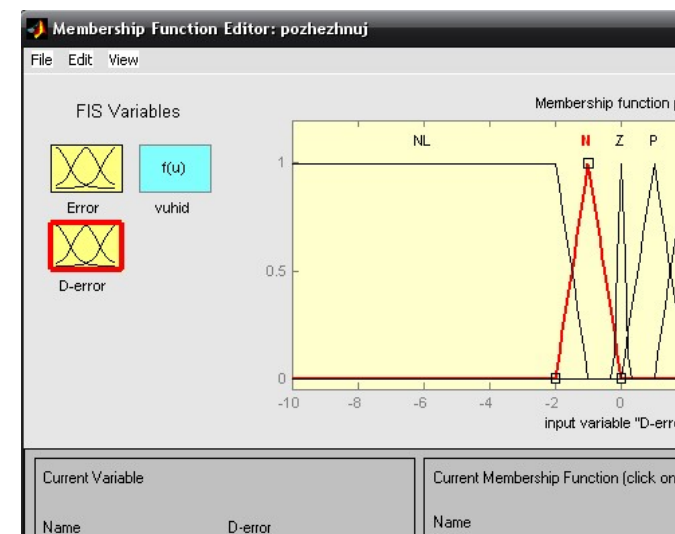
- меню **File** містить такі команди:
  - **New Fis** – дає змогу вибрати структуру регулятора (Мамдани (рис. 5.7) чи Сагено (рис. 5.8));
  - **Import** – дає змогу завантажити існуючу систему з нечітким регулятором з робочої області пакета чи зовнішнього файлу;
  - **Export** – дає змогу зберегти створену систему в робочій області пакета, чи у зовнішній файл;
  - **Print** – роздрук редагованої системи; **Close** – закриває редактор розробки нечітких регуляторів;
  - меню **Edit** містить такі команди:
    - **Undo** – відміна виконаної дії;
    - **Add Variable** – додає змінну до структури регулятора;
    - **Remove Selected Variable** – видаляє змінну зі структури регулятора;
    - **Membership Function** – викликає редактор функцій належності;
    - **Rules** – викликає редактор побудови бази правил;
    - меню **View** містить такі команди:
      - **Rules** – викликає програму перегляду бази правил нечіткого регулятора;
      - **Surface** – викликає програму перегляду поверхні вихідного сигналу нечіткого регулятора.

В лівій нижній частині робочого інтерфейсу редактора розміщені поля **And Method**, **Or Method**, **Implication Method**, **Aggregation Method**, **Defuzzification Method**, що забезпечують вибір операторів перетину та об'єднання нечітких множин, методів імплікації та агрегації для виконання логічного заключення та методу усунення нечіткості.

На рис. 5.9 – рис. 5.11 показано графічний інтерфейс редактора - функція приналежності вхідної змінної Error (помилка температури), вхідної змінної D-Error (похідна помилки температури) та редактора створення бази правил. На рис. 5.12, рис. 5.13 показано вікно перегляду функціонування сформованого нечіткого регулятора Такагі-Сугено та поверхні вихідного сигналу сформованого регулятора Такагі-Сугено.



*Рис. 5.9. Графічний інтерфейс редактора функцій приналежності вхідної змінної Error (помилка температури)*



*Рис. 5.10. Графічний інтерфейс редактора функцій приналежності вхідної змінної D-Error (похідна помилки температури)*

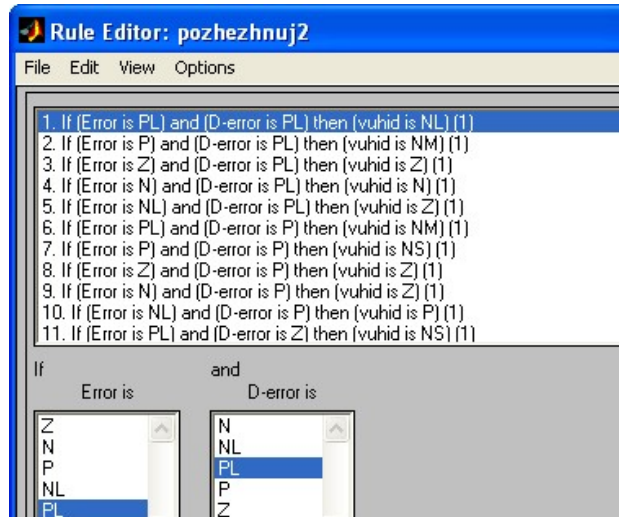


Рис. 5.11. Графічний інтерфейс редактора створення бази правил

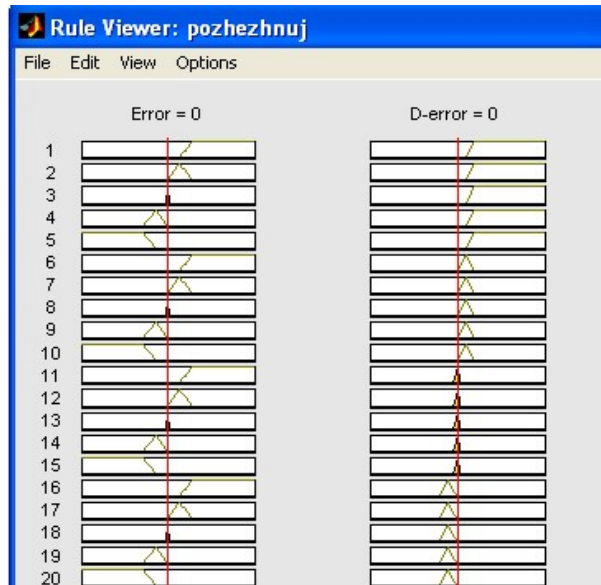


Рис. 5.12. Вікно перегляду функціонування сформованого нечіткого регулятора Такагі-Сугено

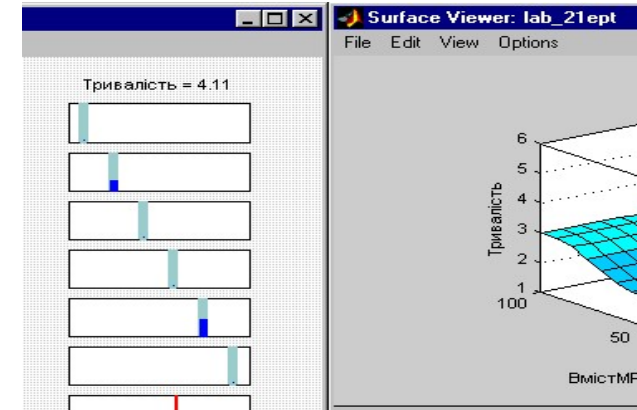


Рис. 5.13. Вікно перегляду поверхні вихідного сигналу сформованого регулятора Такагі-Сугено

## 5.6. Цифрове моделювання теплового пожежного сповіщувача з регулятором на основі теорії нечіткої логіки

На рис. 5.14 показано структурну схему, яка реалізована в програмному середовищі MATLAB, для дослідження роботи розробленого теплового сповіщувача з нечітким регулятором. На блок Мах поступають сигнали вхідної змінної температури Error та швидкості зміни температури D-Error. На Sum2 сигнали з ППКП та сигнали, які моделюють процеси, що відбуваються в контрольованому приміщенні.

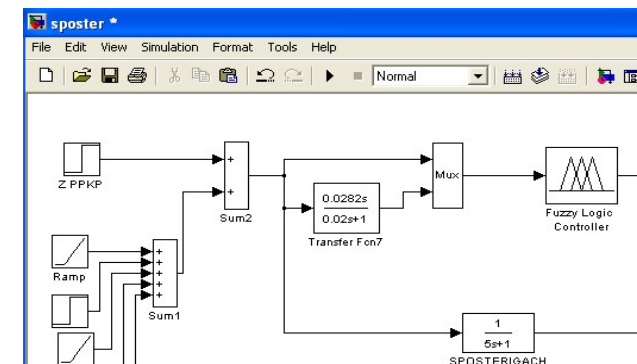


Рис. 5.14. Структурна схема теплового пожежного сповіщувача з нечітким регулятором реалізована в програмному середовищі MATLAB

На рис. 5.15 показано як змінюється температура в приміщенні до  $70^{\circ}\text{C}$ . На рис. 5.16 показано вихідний сигнал теплового ПС з регулятором на основі нечіткої логіки. Як видно з рис. 5.16 при досягненні температури  $62^{\circ}\text{C}$  в момент часу  $t = 53\text{c}$  сигнал на виході сповіщувача досягає значення, яке формує сигнал “пожежа”. З рисунка також видно ділянки, на яких формується сигнал попередження про пожежу. Стрибок сигналу на виході теплового ПС пояснюється початком роботи програми.

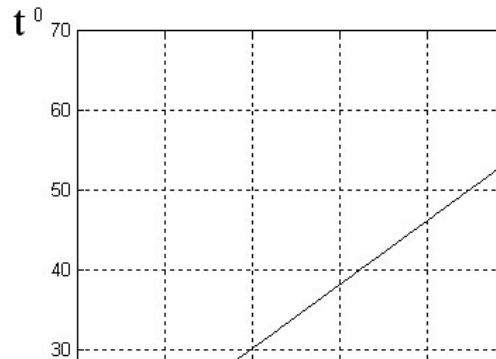


Рис. 5.15. Графік зміни температури в приміщенні до  $70^{\circ}\text{C}$

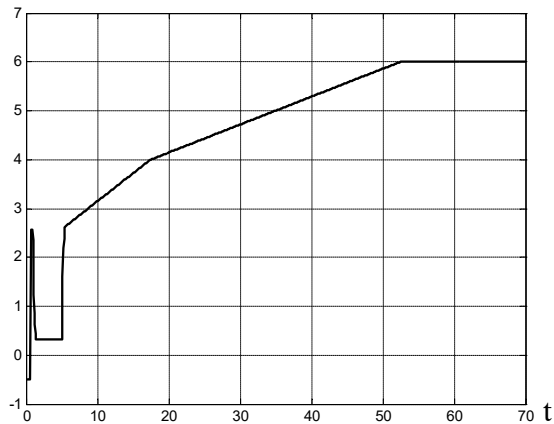


Рис. 5.16. Сигнал на виході теплового пожежного сповіщувача з регулятором на основі нечіткої логіки при збільшенні температури в приміщенні до  $70^{\circ}\text{C}$

На рис. 5.17 показано графік зміни температури в приміщенні до  $37^{\circ}\text{C}$ . Вихідний сигнал теплового сповіщувача з регулятором на основі теорії нечіткої логіки, в цьому випадку, показано на рис. 5.18. На рисунку ми бачимо, що вихідний сигнал має різні ділянки, які інформують про стан в приміщенні.

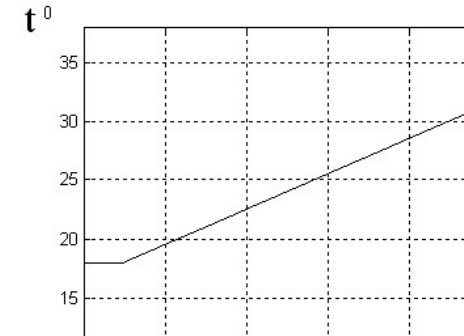


Рис. 5.17. Графік зміни температури в приміщенні до  $37^{\circ}\text{C}$

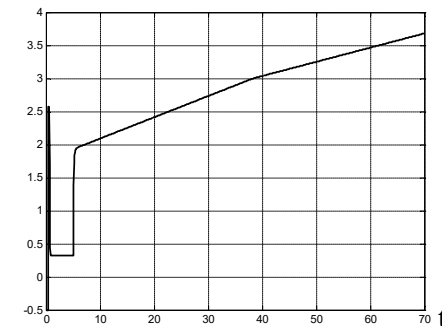


Рис. 5.18. Сигнал на виході теплового пожежного сповіщувача з регулятором на основі нечіткої логіки при збільшенні температури до  $70^{\circ}\text{C}$

### Контрольні питання

1. Розробіть математичну модель теплового ПС?
2. Якою передавальною функцією можна описати тепловий ПС?
3. За яким алгоритмом здійснюється синтез нечіткого регулятора?
4. Як можна пояснити принцип складання нечітких правил?
5. Які пункти містить меню File редактор FIS Editor?

## Розділ 6 ВИБІР ТА РОЗМІЩЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

### 6.1. Вибір пожежних сповіщувачів

При виборі ПС необхідно керуватися вимогами ДСТУ-Н CEN/TS 54-14 [21] та ДБН В.2.5-56:2010 [1], а також необхідно враховувати:

- призначення об'єкта;
- ступінь пожежної небезпеки об'єкта;
- категорію виробництва;
- особливості технологічного процесу;
- обладнання, яке знаходиться в приміщенні;
- матеріали, що знаходяться в зоні контролю, та напрямки поширення вогню їх поверхнею;
- об'ємно-планувальні характеристики приміщення;
- конфігурацію приміщення (особливо висоту і характер стелі);
- дію вентиляції та опалення;
- умови середовища у контрольованих приміщеннях;
- виконання додаткових умов для ПС конкретного виду;
- можливість роботи з визначеними приймально-контрольними приладами
- можливість хибних тривог.
- постійну або тимчасову наявність персоналу в контрольованому приміщенні;
- обладнання приміщення автоматичними системами пожежогасіння;
- тактико-технічні характеристики ПС;
- виконання економічних і естетичних вимог замовника;
- наявність сертифіката відповідності УкрСЕПРО.

Вибраний тип автоматичних ПС має забезпечувати якомога раннє надійне сповіщення про пожежу з урахуванням умов середовища, де планується їх встановлювати. Не існує універсального типу ПС, який би задовольняв усі умови використання, тому остаточний вибір залежатиме від конкретних умов. Якщо в контрольованій зоні не відома домінуюча ознака виявлення пожежі на початковій її стадії, то в цьому разі рекомендується застосовувати комбінацію ПС, які реагують на різні ознаки пожежі або комбіновані ПС.

Кожен тип сповіщувача реагує по-різному на різні ознаки пожеж. Загалом тепловий ПС має найповільнішу реакцію, але у разі пожежі з інтенсивним виділенням тепла і малим димоутворенням, тепловий ПС має спрацьовувати раніше, ніж димовий. У разі повільно тліючих пожеж, на-

приклад початкова стадія займання картону, зазвичай першим спрацьовує димовий ПС. У разі займання легкозаймистої та горючої рідин найшвидше виявлять пожежу ПС полум'я.

Продукти згоряння потрапляють із зони пожежі до точкових теплових і димових ПС завдяки конвекції. Ці сповіщувачі потребують наявності стелі чи іншої обмежувальної поверхні, щоб спрямовувати продукти згоряння, що підіймаються від вогнища, до сповіщувача. Саме тому теплові та димові сповіщувачі придатні для використання у більшості типів будівель, але зазвичай непридатні для використання зовні.

Випромінювання полум'я поширюється прямолінійно, тому не потрібна наявність стелі, що спрямовує продукти згоряння. За цих умов ПС полум'я можна використовувати зовні та у приміщеннях із дуже високими стелями, де непридатні до застосування теплові й димові сповіщувачі.

Виділення газів, такі як CO, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, є характерним для будь-якої пожежі. Газові ПС можуть виявляти ці гази та інтерпретувати їхню наявність як пожежу. Оскільки ці типи ПС є новими, через це немає достатнього досвіду щодо їхнього оптимального використання.

#### 6.1.1. Димові пожежні сповіщувачі

Вибір типу димового сповіщувача рекомендується проводити згідно з його чутливістю до різного типу димів.

Як іонізаційна, так і оптична камера димових сповіщувачів має досить широку сферу застосування. Однак, існують особливі ризики, для яких кожен тип сповіщувача є найпридатнішим (або найнепридатнішим).

Іонізаційні димові ПС мають високу чутливість до диму з дрібними частинками, наприклад, які утворюються під час швидкого з наявністю полум'я горіння, але менш чутливі до диму з більшими частинками, присутніми в оптично щільному димі, який може утворюватися матеріалами, що тліють.

Димові ПС, які працюють за принципом розсіяного світла, чутливі до більших, оптично активних частинок, що присутні в оптично щільному димі, проте менш чутливі до малих (дрібних) частинок, що характерно для пожеж із незначним утворенням диму. Деякі матеріали під час перегрівання (наприклад полівінілхлорид) або під час тління (наприклад пінополіуретан) утворюють дим, що містить переважно великі частинки, до яких оптичні сповіщувачі є особливо чутливішими.

Аспіраційні димові ПС використовують трубопровідну систему, за допомогою якої беруть проби повітря з зони контролю і подаються до чутливого елемента, який може бути віддалений від цієї зони. Пробозабірня труба зазвичай має кілька забірних отворів, тому до чутливого елемента надходить дим з усіх отворів, із усередненим значенням щільності. Аспіраційні димові ПС часто використовують для захисту електронного устаткування.

Оптичні променеві ПС чутливі до ослаблення світлового променя, тому вони реагують на дим із усередненим значенням щільності вздовж променя. Ці сповіщувачі найпридатніші для використання в місцях, де

дим до виявлення може поширюватися на великому просторі, й можуть бути єдиним типом димових ПС, які дозволені для встановлення на нижніх рівнях у приміщеннях із високими стелями.

Загалом димові сповіщувачі спрацьовують значно швидше, ніж теплові, але у разі неправильного монтажу цих сповіщувачів імовірність видачі хибних тривог може збільшуватися.

Димові ПС, які мають у своїй конструкції звуковий оповіщувач, допускається застосовувати в разі коли виконуються одночасно такі вимоги – основною ознакою виникнення пожежі на початковій її стадії є дим і контрольовані приміщення використовуються для нетривалого проживання (перебування) людей (готелі, лікарні, гуртожитки тощо). Наявність таких сповіщувачів не виключає облаштування цих об'єктів мовною системою оповіщення про пожежу.

Димові ПС не можуть виявляти продукти згорання легкозаймистих рідин (таких як спирт). Якщо очікується, що пожежа ймовірно буде обмежуватися горінням таких рідин і не буде поширюватися на інші горючі матеріали, то для контролю таких площ треба використовувати теплові ПС або ПС полум'я.

Якщо під час виробництва або під час інших технологічних процесів утворюються дим, пари, пил тощо, що може спричинити спрацьовування димових ПС, то потрібно розглянути інший тип сповіщувача, наприклад, тепловий або полум'я.

### 6.1.2. Теплові пожежні сповіщувачі

Теплові ПС слід використовувати, якщо в зоні контролю в разі виникнення пожежі на її початковій стадії передбачається значне тепловиділення і якщо застосування інших типів сповіщувачів недоцільне оскільки там наявні фактори, які можуть призвести до їх хибних спрацювань. У разі застосування необхідно здійснювати їх вибір враховуючи класи сповіщувачів зі значеннями їх нормальної та максимальної температури використання, мінімальної та максимальної статичної температури спрацювань, згідно з вимогами ДСТУ EN - 54-5 [26].

Зазвичай тепловий сповіщувач спрацьовує, коли висота полум'я сягає приблизно третини відстані від основи вогнища до стелі.

Теплові ПС динамічного типу придатніші для застосування за умов, коли температура навколишнього середовища низька або змінюється лише повільно, проте як максимальні теплові ПС придатніші для використання за умов, коли навколишня температура може швидко змінюватися протягом коротких проміжків часу. Теплові ПС, які працюють за максимальним принципом дії, забороняється використовувати в неопалюваних приміщеннях де можлива температура нижча за 0°C.

Загалом, теплові сповіщувачі більш стійкі до несприятливих умов середовища порівняно з іншими типами ПС.

### 6.1.3. Пожежні сповіщувачі полум'я

ПС полум'я реагують на ультрафіолетове, інфрачервоне випромінювання або їх поєднання, що виникає від вогнища пожежі. Спектр випромінювання, який виникає під час полум'яневого горіння більшості матеріалів, має досить широкий діапазон, і може бути виявлений будь-яким ПС полум'я. Однак для деяких матеріалів (таких, як неорганічні матеріали) може виникнути потреба обирати ПС полум'я, який здатний реагувати на певні частини довжин хвиль спектра.

ПС полум'я здатні реагувати на пожежу з наявністю полум'я швидше, ніж теплові або димові ПС. У зв'язку з тим, що сповіщувачі полум'я не здатні виявляти тління у разі пожежі, їх не можна вважати сповіщувачами загального використання.

ПС полум'я слід використовувати, якщо в зоні контролювання при виникненні пожежі на її початковій стадії можливе виникнення відкритого полум'я або перегрітої поверхні (як правило, понад 600°C). Сповіщувачі полум'я можуть застосовуватися у контрольованих зонах перегрітих, але не випромінюючих світла предметів, наприклад у камерах сушіння.

Через те що випромінювання поширюється прямолінійно, немає потреби монтувати ПС полум'я на стелі. Їх необхідно використовувати лише в місцях, де є пряма видимість зони контролю. Дані сповіщувачі придатніші для використання у тих випадках, коли необхідне загальне спостереження за великими відкритими зонами складських приміщень або складів лісоматеріалів, або для локального спостереження в небезпечних зонах, де полум'я може поширюватися дуже швидко, наприклад, біля насосів, вентилів або трубопроводів, які містять горючі рідини, або зон із вертикально розташованими тонкошаровими горючими поверхнями, такими як, лицевальні панелі або поверхні, покриті олійними фарбами.

Ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання відрізняються здатністю проходити крізь різні матеріали. Ультрафіолетове випромінювання в тому діапазоні довжин хвиль, що використовують для виявлення пожежі, може поглинатися маслом, мастильними матеріалами, більшістю видів звичайного скла і більшістю типів диму. Інфрачервоне випромінювання значно менше піддається ослабленню.

Якщо до займання пожежа розвивається зі значним задимленням, то ультрафіолетове випромінювання від пожежі може не досягати сповіщувача. Якщо пожежні ультрафіолетові сповіщувачі мають бути використані в приміщеннях, де ймовірно тління матеріалів, тоді вони мають встановлюватися разом зі сповіщувачами інших типів.

ПС полум'я, які реагують на ультрафіолетове випромінювання відмінно виявляють горіння легкозаймистих рідин, газів, лужних металів, які горять без димоутворення. ПС полум'я, які реагують на інфрачервоне випромінювання виявляють відкрите полум'я, як з димоутворенням так і без нього.

У разі використання ПС полум'я необхідно брати до уваги випромінювання, що виникає під час виробництва або інших технологічних про-

цесів. Якщо ПС полум'я можуть піддаватися впливу сонячного світла, то у цьому випадку треба обирати такі типи сповіщувачів полум'я, які нечутливі до сонячного випромінювання.

На роботу ПС полум'я, які реагують на ультрафіолетове випромінювання випромінювання впливає робота ртутних та газорозрядних ламп, газо і електрозварювання, фотоспалах, рентгенівське і гамма випромінювання. Перешкоджають нормальній роботі сповіщувача, також пил, пара, густий дим, забруднення чутливого елемента, що зменшують його чутливість. Необхідно вжити відповідних заходів для запобігання накопичуванню масел, мастильних матеріалів або пилу на сповіщувачах.

#### 6.1.4. Ручні пожежні сповіщувачі

Зазвичай на одному об'єкті треба встановлювати ручні ПС з однаковим способом приведення в дію і, переважно, одного типу. Необхідно брати до уваги, що ручні сповіщувачі для ввімкнення пожежної тривоги повинні чітко відрізнятися від пристроїв, призначених для інших цілей.

### 6.2. Розміщення автоматичних пожежних сповіщувачів

Ефективність роботи СПС великою мірою залежить від правильного і оптимального розміщення ПС. При розміщенні сповіщувачів необхідно керуватися вимогами ДБН В.2.5-56:2010 [1] та ДСТУ-Н СЕН/TS 54-14 [21], а також враховувати:

- призначення і форму приміщення;
- площу і висоту контрольованого приміщення;
- конструкції перекриття (покриття);
- конфігурацію стелі;
- відстань між будь-якою точкою в цій контрольованій площі та найближчим ПС;
- відстань до стін;
- наявність і вид вентиляції;
- будь-які перешкоди для конвективного руху продуктів згоряння;
- завантаженість приміщення матеріалами та обладнанням;
- вид, тип, тактико-технічні характеристики пропонованого ПС;
- розміщення і вид електричних мереж, нагрівальних пристроїв в контрольованому приміщенні;
- умови роботи ПС в приміщенні.

Автоматичні ПС мають бути розташовані так, щоб продукти, які утворюються під час пожежі на площі, що ними контролюється, були спроможні досягати сповіщувачів без надмірного розсіювання, ослаблення або затримання. Потрібно щоб сповіщувачі також розміщувались у закритих просторах, де можливе виникнення або поширення пожежі. Це можуть бути порожнини під підлогою або над підвісною стелею.

Треба ретельно ознайомитися з додатковими рекомендаціями, що наведені в технічній документації виробника. Сповіщувачі треба встановлювати відповідно до рекомендацій виробника, якщо немає таких вимог у національних нормативних документах.

В одному приміщенні можна встановлювати один ПС п.6.2.8 ДБН В.2.5-56:2010 [1], за умови, що простір, який він контролює більший від площі контрольованого приміщення.

Точкові ПС слід встановлювати під покриттям (перекриттям). У місцях, де є загроза механічного ушкодження ПС має бути передбачена захисна конструкція, яка не порушує його працездатності та ефективності виявлення пожежі. Сповіщувачі та шлейфи СПС, які змонтовані на висоті менше ніж 2,2 м від підлоги обов'язково захищаються від механічних пошкоджень.

Під час проектування СПС, ПС рекомендується розташовувати за схемами трикутного (рис. 6.1) або квадратного (рис. 6.2) розміщення.

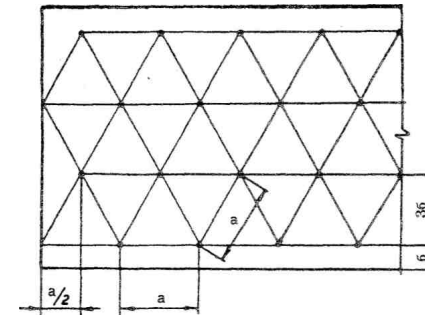


Рис. 6.1. Схема трикутного розміщення сповіщувачів:  $a$  – відстань між сповіщувачами;  $b$  – відстань від стіни до сповіщувача

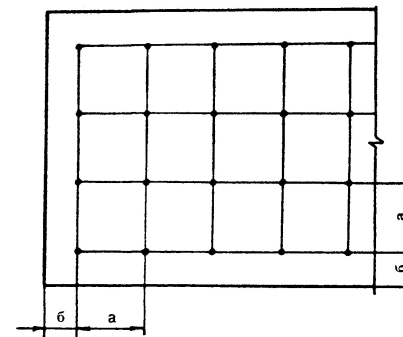


Рис. 6.2. Схема квадратного розміщення сповіщувачів

Максимальні відстані між тепловими ПС, сповіщувачами і стіною, визначаються за табл. 6.1, але вони не повинні перевищувати значень, вказаних у технічній документації на сповіщувачі.

**Таблиця 6.1.**

*Максимальна відстань між тепловими ПС та сповіщувачем і стіною*

Висота приміщення, що захищається, м	Схема квадратного розміщення сповіщувачів		Схема трикутного розміщення сповіщувачів	
	Максимальна відстань, м		Максимальна відстань, м	
	між сповіщувачами <i>a</i>	від сповіщувача до стіни <i>b</i>	між сповіщувачами <i>a</i>	від сповіщувача до стіни <i>b</i>
До 8,0	7,0	3,5	8,6	2 5
Від 8,0 до 11,0	Дивись примітку 2			
<b>Примітка. 1.</b> Відстані <i>a</i> і <i>b</i> – з рисунків 6.1 та 6.2; <b>2.</b> Зазвичай за цих висот не застосовують, проте в окремих випадках використання допускають				

Максимальні відстані між димовими ПС, сповіщувачем і стіною, визначаються за табл. 6.2, але вони не повинні перевищувати значень, вказаних у технічній документації на сповіщувачі.

**Таблиця 6.2**

*Максимальна відстань між димовими ПС та сповіщувачем і стіною*

Висота приміщення, що захищається, м	Схема квадратного розміщення сповіщувачів		Схема трикутного розміщення сповіщувачів	
	Максимальна відстань, м		Максимальна відстань, м	
	між сповіщувачами <i>a</i>	від сповіщувача до стіни <i>b</i>	між сповіщувачами <i>a</i>	від сповіщувача до стіни <i>b</i>
До 11,0	10,5	5,3	13	3,75
Від 11,0 до 25,0	Дивись примітку 2			
<b>Примітка.</b> <b>1.</b> Відстані <i>a</i> і <i>b</i> – з рисунків 6.1 та 6.2; <b>2.</b> Зазвичай за цих висот не застосовують, проте в окремих випадках використання допускають				

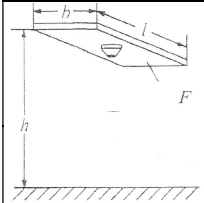
У разі ширини контролюваного приміщення до 3 м (з висотою до 7,5 м) відстань між димовим ПС дозволяється збільшувати до 15 м, при цьому відстань від першого і останнього сповіщувача до стіни не повинна перевищувати 7,5 м.

При розміщенні ПС під фальшпідлогою, за підвісною стелею та в інших просторах заввишки менше 1,70 м відстань між сповіщувачами допускається збільшувати в 1,5 раза від нормативної. У цих випадках повинна бути передбачена можливість визначення місця знаходження сповіщувача за допомогою виносного пристроя світлової індикації. При цьому конструкція фальшпідлоги або підвісної стелі має забезпечувати доступ до ПС для їх технічного обслуговування.

**Примітка.** Для захисту приміщень з наявністю підвісних стель висотою до 0,9 м включно можуть бути застосовані двоточкові пожежні сповіщувачі.

Необхідно додатково встановлювати точкові ПС під технологічними площадками, платформами, коробами, що мають суцільну конструкцію залежно від значень довжини *l*, ширини *b* та площі *F*, що перевищує вказані в табл. 6.3 значення з урахуванням висоти розміщення ПС.

**Таблиця 6.3**

	Тип автоматичного пожежного сповіщувача	Висота <i>h</i>	Довжина <i>l</i>	Ширина <i>b</i>	Площа <i>F</i>
	Тепловий сповіщувач ДСТУ EN 54-5	до 7,5 м	від 2 м	від 2 м	від 9 м <sup>2</sup>
	Димовий сповіщувач ДСТУ EN 54-7	до 6 м	від 2 м	від 2 м	від 16 м <sup>2</sup>
		від 6 до 12 м	від 7,5 м	від 7,5 м	від 71,5 м <sup>2</sup>

#### **Аспіраційні димові пожежні сповіщувачі**

Аспіраційні димові ПС високої та підвищеної чутливості рекомендується застосовувати для контролю великої відкритої поверхні та приміщень з висотою понад 8 м – атріуми, виробничі цехи, складські приміщення, торговельні зали, пасажирські термінали, спортивні зали і стадіони, цирку, зали музеїв, картинних галерей т.ін., а також для контролю приміщень з великою концентрацією електронно-комп'ютерної техніки (серверні, АТС, центри обробки даних тощо).

Аспіраційні димові ПС слід встановлювати з максимальною висотою повітрозабірних труб залежно від класу чутливості:

клас С (стандартна) – до 8 м включно;

клас В (підвищена) – до 15 м включно;  
клас А (висока) – вище 15 м.

Крім того, загальна площа, яка контролюється одним аспіраційним димовим ПС, не повинна перевищувати більше однієї димової зони згідно зі СНІП 2.05.04.

#### Лінійні димові пожежні сповіщувачі

Передавач та приймач променевого димового сповіщувача повинні встановлюватись на стінах, перегородках, колонах та інших конструкціях, які гарантують їх нерухоме кріплення, а їх монтаж слід здійснювати згідно з технічними вимогами виробника.

Передавач та приймач променевого димового сповіщувача слід розміщувати таким чином, щоб в зоні виявлення ПС при його експлуатації не було сторонніх об'єктів. Оптична вісь променевого димового сповіщувача не повинна проходити ближче ніж за 0,5 м від стін, перегородок, конструкцій обладнання або інших матеріалів.

Максимальна відстань між передавачем та приймачем променевого димового сповіщувача – 100 м.

Максимальна відстань між паралельними оптичними осями лінійних ПС, оптичною віссю і стіною визначається за табл. 6.4, але не повинна перевищувати значень, вказаних в технічній документації на ці сповіщувачі.

У приміщеннях заввишки більше 11 м променеві сповіщувачі встановлюються в два яруси. Розміщення ярусів визначається за табл. 6.4, при цьому перший ярус слід розташовувати на відстані 1,5-2 м від верхнього рівня пожежного навантаження, але не менше ніж 4 м від рівня підлоги, додатковий ярус сповіщувачів слід встановити на відмітці не більше ніж 0,8 м від рівня перекриття.

**Таблиця 6.4**

Максимальна відстань між паралельними оптичними осями та оптичною віссю і стіною

Висота приміщення, що захищається, м	Висота встановлення сповіщувача, м	Ярус	Максимальна відстань у плані, м	
			між сповіщувачами	від сповіщувача до стіни
До 11,0	Не більше 0,6 м від рівня перекриття (покриття)		9,0	4,5
Понад 11,0	Не більше 0,8 м від рівня перекриття (покриття)	II	9,0	4,5
	Не менше ніж 1,5-2м від рівня пожежного навантаження, але не менше ніж 4 м від рівня підлоги	I	9,0	4,5

#### Лінійні теплові пожежні сповіщувачі

Максимальна відстань між лінійними тепловими ПС, сповіщувачами і стіною визначається за табл. 6.5, але не повинна перевищувати значень, вказаних у технічній документації на ці сповіщувачі.

**Таблиця 6.5**

Висота встановлення сповіщувача, м	Максимальна відстань, м	
	між сповіщувачами	від сповіщувача до стіни
До 8	7,0	3,5
Понад 8	Див. примітку	

**Примітка.** Зазвичай для цих висот застосовують адресні (сенсорні) теплові сповіщувачі, де вказані відстані визначаються згідно з рекомендаціями виробника щодо конкретних об'єктів.

### 6.3. Розміщення пожежних сповіщувачів при різних конструкційних перекриттях

Розглянемо як розміщуються ПС при різних конструкціях перекриття, згідно з ДСТУ-Н CEN/TS 54-14 [21].

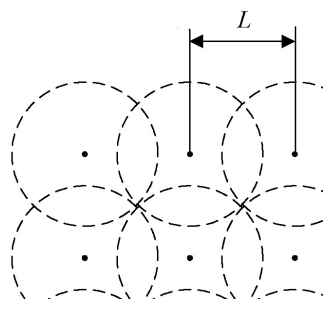
#### 1. Рівна стеля

Загалом ефективність теплових або димових ПС залежить від того, наскільки близько від стелі знаходиться сповіщувач. Сповіщувачі треба встановлювати так, щоб його чутливі елементи знаходилися в межах верхніх 5 % висоти приміщення. У зв'язку з імовірністю утворення холодного граничного шару сповіщувач не можна монтувати врівень зі стелею.

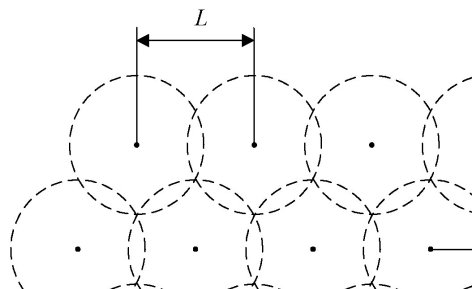
У табл. 6.6 наведено робочі радіуси ПС, змонтованих у межах верхніх 5 % висоти приміщення.

**Примітка.** У ДБН В.2.5-56:2010 [1] говориться про відстані між ПС L, а в ДСТУ-Н CEN/TS 54-14 [21] – про робочі радіуси ПС R. Для того, щоб не допустити мертвих зон (щоб кожна точка поверхні приміщення контролювалася ПС) необхідно, щоб виконувалася умова  $L = \sqrt{2} R$  – при квадратній формі розміщення ПС (рис. 6.3) і  $L \approx 1,7R$  – при трикутній формі розміщення ПС (рис. 6.4). Тоді значення наведені в табл. 6.1 і табл. 6.2. співпадають з значеннями наведеними в табл. 6.6.





**Рис. 6.3.** Схема розміщення теплових і димових ПС за квадратною формою



**Рис. 6.4.** Схема розміщення теплових і димових ПС за трикутною формою

Для точкових ПС горизонтальна відстань між будь-якою точкою контрольованої площі й найближчим ПС не повинна перевищувати робочого радіуса, зазначеного в табл. 6.6.

Для димових променевих ПС горизонтальна відстань між будь-якою точкою контрольованої площі й найближчим пожежним оптичним лінійним сповіщувачем не повинна перевищувати робочого радіуса, наведеного в таблиці 6.6. Пожежні променеві димові сповіщувачі треба монтувати на стійкій конструкції.

Для теплових і димових ПС, які не описані чинними стандартами (інші вимоги сумісності, ніж встановлені у ДСТУ EN 54-13), треба керуватися рекомендаціями виробника. Ці ПС можна використовувати лише після узгодження.

Якщо на площі контролю ПС виникають перепади температур, то стовп диму, що підіймається від вогнища пожежі, може розтектися знизу та утворити шар раніше, ніж досягне стелі. Якщо висоту цього шару можна визначити заздалегідь, то додатково до змонтованих на стелі ПС можна встановлювати додаткові ПС на висоті прогнозованого утворення шару диму внаслідок стратифікації.

## 2. Стелі з нахилом

У разі монтування ПС у найвищому місці похилої стелі, радіуси, що наведені в табл. 5.6, можуть бути збільшені із розрахунку 1 % на кожен 1° нахилу, до значення 25 %. Якщо стеля має фігурний профіль, то в цьому випадку розраховують середнє значення нахилу.

Якщо контрольоване приміщення має двосхилий дах або дах із кількома вершинами, то сповіщувачі треба монтувати в межах кожної вершини. Якщо відношення різниці між верхньою і нижньою точкою даху до висоти приміщення між верхньою точкою даху і підлоги буде менше за 5%, то дах можна розглядати як рівний.

## 3. Стіни, перегородки та перешкоди

ПС (крім оптичних променевих димових ПС) треба встановлювати на відстані не менше ніж 0,5 м від будь-яких стін або перегородок. Якщо ширина приміщення менша за 1,2 м, то сповіщувачі треба встановлювати в середній третині ширини стелі. Коли приміщення розділені стінами, перегородками або стелажми, що доходять до стелі ближче ніж на 0,3 м, то відгороджені в такий спосіб приміщення треба розглядати як приміщення із суцільними перегородками, і вважати окремими приміщеннями. Навколо кожного сповіщувача в радіусі не менше ніж 0,5 м повинен бути вільний простір.

**Таблиця 6.6**

*Значення робочих радіусів і обмеження щодо висоти приміщень*

Тип пожежного сповіщувача	Висота приміщення (м)					
	≤ 4,5	>4,5 ≤ 6	>6 ≤ 8	> 8 ≤ 11	> 11 ≤ 25	>25
	Робочий радіус (м)					
Теплові: згідно з ДСТУ EN 54-5: Клас 1	5	5	5	NN	NS	NS
Димові: Точкові згідно з ДСТУ EN 54-7:	7,5	7,5	7,5	7,5	NN	NS
Променеві згідно з ДСТУ EN 54-12:	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5 <sup>a)</sup>	NS
<b>Пояснення:</b> NS (Not suitable) – не придатні для використання за цих висот; NN (Not normally) — зазвичай за цих висот не застосовують, проте в окремих випадках використання допускають Зазвичай, необхідне установлювання другого рівня сповіщувачів на висоті, що приблизно дорівнює половині висоті приміщення.						

## 4. Вентиляція та повітряні потоки.

Якщо кратність повітрообміну за годину перевищує п'ятиразову кратність, може знадобитися встановлювання додаткових сповіщувачів понад визначену кількість – згідно з цими настановами. У таких випадках рекомендують застосовувати засоби перевірки (такі як імітатори диму) для визначення моделі повітряних потоків і вибору місця, що придатне для розміщення додаткових сповіщувачів.

Не дозволено монтувати сповіщувачі безпосередньо в потоці вже охолодженого повітря із системи кондиціонування. Якщо подавання повіт-

ря здійснюється через перфоровану стелю, то поверхня стелі в радіусі щонайменше 0,6 м навколо кожного сповіщувача повинна бути суцільною. Якщо сповіщувачі треба встановлювати на відстані ближче ніж 1 м від будь-якого вихідного отвору або у будь-якій точці, де швидкість повітряного потоку перевищує 1 м/с, то особливу увагу треба звернути на вплив цього повітряного потоку на роботу сповіщувача.

Повітряні потоки зі швидкістю потоку повітря понад 5 м/с можуть спричинити хибні тривоги для іонізаційних ПС.

### 5. Сповіщувачі в повітроводах

Димові ПС можна встановлювати у вентиляційних повітроводах для контролю за поширенням диму системою вентилявання або як частину локальної системи контролю устаткування.

Незважаючи на те, що вони можуть бути під'єднанні до загальної СПС, ці димові ПС треба розглядати як такі, що забезпечують локальний контроль, і як доповнення до звичайної СПС. Зниження концентрації через змішування диму зі свіжим повітрям призводить до зниження ефективності димових ПС, установлених у повітроводах, і в цілому СПС, і якщо систему вентилявання повітря буде вимкнено, то дим буде дуже повільно потрапляти до сповіщувачів.

Якщо повітря з кількох отворів забору повітря переміщується в одному каналі, то це також може призвести до зниження ефективності димового ПС, що розміщений у спільному каналі через зниження концентрації диму або стратифікації.

Щоб уникнути впливів турбулентності повітря, сповіщувачі або пробовідбірники треба встановлювати на прямолінійних ділянках повітроводів принаймні на відстані втричі більшій від значення ширини повітроводу від найближчого його нахилу, вигину або з'єднання (див. рис. 6.5).

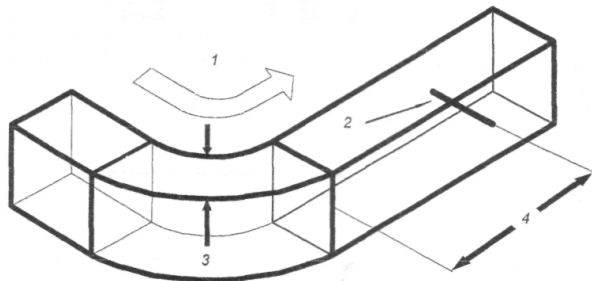


Рис. 6.5. Розташування пожежного сповіщувача у повітроводах:

1 – напрямок повітряного потоку; 2 – пробовідбірник ПС;

3 – ширина повітроводу; 4 – мінімальна відстань від найближчого нахилу, вигину або з'єднання повітроводу для встановлення ПС

За високих швидкостей повітряних потоків деякі конструкції димових ПС можуть стати непрацездатними. Виробники таких сповіщувачів зазвичай постачають додатково пробовідбірники або екрани, що мають встановлюватися за необхідності.

У тих випадках, коли швидкість повітряного потоку в повітроводі може бути дуже високою або змінюватися в широкому діапазоні, найкраще підходять аспіраційні ПС.

### 6. Нерівні стелі

Стелі з нерівностями глибиною до 5 % від висоти стелі потрібно розглядати як рівні й робочі радіуси зон виявлення сповіщувачів треба застосовувати відповідно до табл. 6.6.

Будь-які нерівності стелі (наприклад, балки), що мають висоту більшу ніж 5% від висоти стелі, потрібно розглядати як перегородки, і в цьому випадку треба виконувати такі вимоги:

$D > 0,25(H - h)$  – сповіщувачі встановлюють у кожному відсіку;

$D < 0,25(H - h)$  – сповіщувачі встановлюють у кожному другому відсіку;

$D < 0,13(H - h)$  – сповіщувачі встановлюють у кожному третьому відсіку.

де  $D$  – відстань між балками (м), що виміряна від зовнішніх сторін;

$H$  – висота приміщення (м);

$h$  – висота балки (м).

Якщо стеля має форму групи невеликих відсіків (як стільники), тоді один точковий сповіщувач може контролювати групу відсіків у межах робочих радіусів, зазначених у табл. 6.6. Внутрішній об'єм, що контролюється одним сповіщувачем, не повинен перевищувати таких значень:

– для теплових ПС:  $V = 6 \text{ м}^2 \cdot (H - h)$ ;

– для димових ПС:  $V = 12 \text{ м}^2 \cdot (H - h)$ .

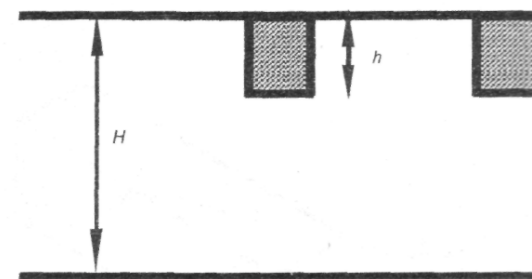


Рис. 6.6. Співвідношення щодо висоти приміщення та висоти балки:

$H$  – висота приміщення (м);  $h$  – висота балки (м)

У приміщеннях із фальшпідлогою висоту балки треба вимірювати від верхньої поверхні фальш-підлоги.

### **7. Контроль над підвісною стелею**

Якщо в приміщенні є перфоровані підвісні стелі, то обираючи місця розміщення сповіщувачів залежить від двох аспектів:

а) чи потрібен контроль ознак пожежі, що може виникнути нижче підвісної стелі;

б) чи потрібен контроль ознак пожежі, що може виникнути над підвісною стелею.

Якщо перфорація підвісної стелі мала і при цьому немає підпору повітря вентиляцією, що може переміщувати дим крізь підвісну стелю, то для контролю пожежі, яка може виникнути нижче підвісної стелі, треба розміщувати сповіщувачі нижче підвісної стелі.

Якщо є небезпека виникнення пожежі над підвісною стелею, сповіщувачі треба встановлювати над підвісною стелею.

Для виявлення пожежі, що виникла під підвісною стелею, можна використовувати сповіщувачі, встановлені над підвісною стелею, а сповіщувачі під підвісною стелею встановлювати не треба, якщо:

в) перфорація становить понад 40 % від площі будь-якої секції стелі розміром 1 м x 1 м;

г) розмір кожного отвору перфорації перевищує 10 мм x 10 мм;

д) товщина стелі не перевищує трикратного мінімального розміру перфорації.

Подібні випадки вимагають індивідуального узгодження залежно від типу, кількості й площі перфорації, виду та кількості горючого матеріалу і від кратності вентиляції, яка може переміщувати дим крізь підвісну стелю.

### **8. Контроль під фальшпідлогою**

У приміщеннях із фальшпідлогою ПС треба монтувати нижче рівня фальшпідлоги як в окремому приміщенні, за винятком, коли виконується одна з таких умов:

а) фальшпідлога має перфорацію, як то зазначено в 7 позиції переліку в) – д);

б) фальшпідлога виготовлена з матеріалу, що належить до класу горючості НГ або Г1, згідно з ДБН В.1.1-7, і під нею немає пожежного навантаження.

### **9. Сповіщувачі, що розташовані не на стелі**

У разі відсутності стелі або явища стратифікації, поширення продуктів горіння буде обмежуватися факелом, що підіймається над вогнищем. Якщо теплові або димові ПС використовують для виявлення продуктів згоряння, що підіймаються, (наприклад, у разі використання оптичних променевих сповіщувачів, змонтованих на малій висоті в атріумі, або в разі використання сповіщувачів, що не розташовані на стелі), обмежен-

ня щодо висоти треба приймати відповідно до табл. 6.6, а ефективний робочий радіус (як для теплового, так і для димового ПС) треба приймати рівним 12,5 % від висоти розташування сповіщувача над найвищим місцем імовірного вогнища пожежі.

### **6.4. Розміщення ручних пожежних сповіщувачів**

Ручні ПС треба розміщувати так, щоб будь-яка людина, що виявила пожежу, змогла швидко і без додаткових зусиль привести їх у дію. Вони мають розміщуватися на шляхах евакуації біля (усередині або зовні) дверей, що ведуть до евакуаційної сходової клітки, а також біля усіх виходів із будівлі. Їх можна також розташовувати поруч із небезпечними зонами особливого ризику.

Особливої уваги заслуговує розташування ручних сповіщувачів у місцях, де перебувають маломобільні групи населення.

Ручні ПС повинні бути чітко видимими, розпізнаваними і легкодоступними. Їх треба розташовувати так, щоб для будь-якої людини, яка перебуває на об'єкті, відстань, яку вона повинна подолати до найближчого ручного ПС, не перевищувала 30 м. У приміщеннях, де можливими користувачами можуть бути маломобільні групи людей, ця відстань повинна бути зменшена. Може виникнути потреба в тому, щоб ручні сповіщувачі монтувалися в безпосередній близькості від пожежонебезпечних зон. При цьому особливу увагу треба приділити тому, щоб ці ручні ПС (за необхідності) мали можливість повторного повернення до початкового стану.

Зовні будинків ручні ПС слід встановлювати на відстані не більше 150 м один від одного та забезпечувати їх штучним освітленням та світловими покажчиками, згідно з ДСТУ 180 6309.

Зазвичай ручні ПС треба встановлювати на висоті 1,2 ÷ 1,6 м вище від рівня підлоги.

### **6.5. Вибір та розміщення приладів приймально-контрольних пожежних**

Однією з головних задач при проектуванні систем пожежної сигналізації є вибір ППКП. Від правильного вибору ППКП залежить ефективність функціонування всієї спроектованої СПС.

При виборі ППКП необхідно пам'ятати, що він має виконувати та забезпечувати:

- роботу з вибраними пожежними сповіщувачами;
- чіткий розподіл сигналів “ Пожежа ” та “ Несправність ”;

- конкретне визначення номера сповіщувача, який спрацював або несправний у ШПС в адресних системах;
- адресне управління СПЗ, після виявлення пожежі;
- програмування та перепрограмування алгоритму роботи ППКП, виходячи з особливостей і тактики виявлення та пожежогасіння на об'єкті;
- автоматичний та ручний тест-контроль стану роботи ПС, ППКП, ШПС, з'єднувальних ліній, електроживлення тощо;
- необхідну інформативність (отримувати і розпізнавати велику кількість повідомлень);
- під'єднання визначеної кількості ШПС (резерв ємності приймально-контрольних приладів, або кільцевих шлейфів пожежної сигналізації для систем з адресними компонентами повинен бути не менше ніж 10 %, п.6.2.20 ДБНВ.2.5-56:2010 [1]);
- автоматизований облік стану роботи СПС із виведенням інформації на дисплей та принтер;
- трансляцію конкретних повідомлень про стан контрольованих приміщень і СПС в цілому на сигнальне табло в приміщенні чергового персоналу (при розміщенні ППКП в іншому приміщенні);
- відповідність до ступеня пожежної небезпеки об'єкта і категорії виробництва;
- надійність та завадостійкість;
- зручність в експлуатації та обслуговуванні;
- економічні та естетичні вимоги замовника тощо.

ППКП має мати:

- в наявності вбудоване джерело резервного електроживлення (акумуляторну батарею) з автоматичним переключенням, яке забезпечує роботу ППКП, у разі відмови основного електроджерела, відповідно до існуючих вимог НД;
- мати вбудований резерв відповідальних вузлів приладу з роботою їх в "гарячому" (під'єднаному) режимі;
- мати вбудований комунікатор, який забезпечує передачу інформації на ПЦПС у відповідності із прийнятим протоколом пульта (або мати можливість під'єднати стандартний комунікатор із виконанням тих же функцій);
- сертифікат відповідності Національній системі сертифікації тощо.

При розміщенні ППКП необхідно керуватися вимогами ДБН В.2.5-56:2010 [1] та ДСТУ-Н SEN/TS 54-14 [21].

ППКП, як правило, належить встановлювати в передбаченому для цього приміщенні пожежного поста. Це приміщення слід обладнати пожежними сповіщувачами. В обґрунтованих випадках допускається встановлення ППКП у приміщеннях без постійного чергування персоналу за умови передавання тривожних сповіщень на пульти пожежного спос-

терігання. У цих приміщеннях слід передбачити заходи, що запобігають доступу сторонніх осіб до ППКП.

У разі встановлення ППКП у приміщенні без постійного перебування чергового персоналу значення температури і вологості повітря повинні відповідати вимогам технічної документації на прилади та обладнання СПС, а освітленість цього приміщення повинна відповідати вимогам 4.10 ДБН В.2.5-56:2010 [1].

ППКП і апаратуру управління заборонено встановлювати у вибухонебезпечних і пожежонебезпечних зонах (згідно з НПАОП 40.01-1.32). Обладнання АСПГ та СПС, що розміщується у межах вибухонебезпечної зони, повинно мати допустимий рівень вибухозахисту і ступінь захисту оболонки електричних апаратів і приладів. Прокладання проводів і кабелів у таких зонах повинні відповідати вимогам ПАОП 40.01-1.32 відповідно до класу вибухонебезпечної зони.

ППКП і устаткування управління встановлюють на будівельних конструкціях, виконаних із негорючих матеріалів (ДСТУ Б В.2.7-19).

Допускається встановлення вказаного устаткування на конструкціях, виконаних із горючих матеріалів (ДСТУ Б В.2.7-19), за умови захисту цих конструкцій металевим листом завтовшки не менше 1 мм або іншим листовим негорючим матеріалом завтовшки не менше 10 мм. При цьому листовий матеріал повинен виступати за контури встановленого на ньому обладнання не менше ніж на 100 мм.

Не допускається передбачати в проектах для контролювання одного об'єкта більш ніж одного ППКП системи пожежної сигналізації окрім, як при застосуванні ієрархічних систем.

*Вимоги до приміщення пожежного поста*

Приміщення пожежного поста (диспетчерської або іншого спеціального приміщення з цілодобовим перебуванням чергового персоналу) повинно бути площею не менше 15 м<sup>2</sup> та розміщуватись на першому або цокольному поверхах будинків. Допускається розміщення цього приміщення вище першого поверху, при цьому вихід з такого приміщення повинен бути назовні, на сходову клітку, у вестибюль або коридор, що мають вихід назовні.

У цьому приміщенні повинно бути:

- 1) температура повітря в межах 18-25 °С;
- 2) відносна вологість не більше 80 %;
- 3) природне, штучне робоче і аварійне освітлення безпеки. При робочому освітленні повинна забезпечуватись освітленість приміщення не менше 150 лк для люмінесцентних ламп і не менше 100 лк для ламп розжарювання; при аварійному – не менше 10 % від норм робочого освітлення;
- 4) автоматичне вмикання аварійного освітлення.

За відсутності резервування по змінному струму живлення мережі аварійного освітлення повинно передбачатися від акумуляторних батарей;

5) телефонний зв'язок із пожежною охороною об'єкта або пожежною охороною населеного пункту.

#### **Контрольні питання**

1. Що необхідно враховувати при виборі ПС?
2. Що необхідно враховувати при виборі типу димового ПС?
3. Що необхідно враховувати при виборі типу теплового ПС?
4. Що необхідно враховувати при виборі типу ПС полум'я?
5. Що необхідно враховувати при виборі ручного ПС?
6. Що необхідно враховувати при розміщенні автоматичних ПС?
7. Вимоги до розміщення точкових теплових ПС.
8. Вимоги до розміщення точкових димових ПС.
9. Вимоги до розміщення ПС полум'я.
10. Вимоги до розміщення аспіраційних димових ПС.
11. Вимоги до розміщення ручних ПС
12. Вимоги до розміщення лінійних ПС.
13. Вимоги до розміщення ПС, коли стеля з нахилом.
14. Вимоги до розміщення ПС, коли є перегородки та перешкоди.
15. Вимоги до розміщення ПС в повітроводах.
16. Вимоги до розміщення ПС, коли стелі нерівні.
17. Що необхідно враховувати при розміщенні ПС, коли є вентиляція та повітряні потоки?
18. Що необхідно враховувати при розміщенні ПС над підвісною стелею?
19. Що необхідно враховувати при розміщенні ПС під фальшпідлогою?
20. Що необхідно враховувати при виборі ППКП.
21. Вимоги до розміщення приладів приймально-контрольних пожежних.
22. Вимоги до приміщення пожежного поста.

## **Розділ 7**

### **ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ СИСТЕМ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ**

Для забезпечення правильного функціонування СПС необхідно проводити її регулярну перевірку та технічне обслуговування. Під час проведення технічного обслуговування СПС необхідно виконувати вимоги додатка Л ДБН В.2.5-56:2010 [1] та ДСТУ-Н CEN/TS 54-14:2009 [21]. Загальні відомості, що стосуються СПЗ додатка Л ДБН В.2.5-56:2010 [1] наведено в додатку Б цього навчального посібника. В цьому пункті ми розглянемо лише технічне обслуговування СПС.

Перед уведенням СПС в експлуатацію керівник об'єкта або уповноважена ним особа разом з представниками проєктувальної та монтажної організації повинні забезпечити розробку експлуатаційної документації згідно з вимогами розділу Л.4 додатка Л ДБН В.2.5-56:2010 [1]. Технічне обслуговування має починатися з моменту їх здавання в експлуатацію з оформленням відповідної документації. Відповідальність за технічне обслуговування СПС повинна бути чітко визначена. Зазвичай ця відповідальність покладається на користувача і (або) власника змонтованої системи. Угодою має бути визначено порядок доступу в приміщення будівлі та проміжок часу, протягом якого устаткування повинно бути відновлено до працездатного стану після виявлення несправності. Поряд із ППКП на видному місці повинні бути вказані назва і номер телефону організації з технічного обслуговування. Роботи з технічного обслуговування СПС проводяться організаціями, які мають відповідну ліцензію.

З метою організації робіт із технічного обслуговування СПС адміністрацією об'єкта разом з організацією, що обслуговує вказані системи, розробляються перелік та план-графік регламентних робіт із технічного обслуговування систем на підставі чинних вимог нормативних документів та експлуатаційної документації на пристрої і обладнання, що входять до складу систем.

Періодичність і зміст робіт з технічного обслуговування окремих технічних засобів устанавлюються на підставі ДБН В.2.5-56:2010 [1], проєктних рішень, технічної та експлуатаційної документації, а також паспортів на прилади та обладнання, що входять до складу СПС. Періодичність і обсяг робіт з технічного обслуговування і ремонту систем можуть змінюватись залежно від терміну експлуатації технічних засобів.

Згідно з ДСТУ-Н CEN/TS 54-14:2009 [21], регламент технічного обслуговування наведено в додатку В.

Роботи, що виконуються, треба фіксувати в експлуатаційному журналі. Детальний опис проведених робіт або треба записувати в експлуатаційний журнал, або фіксувати окремо та зберігати разом із документацією на систему.

Важливо забезпечити, щоб роботи з технічного обслуговування не спричинили хибної пожежної тривоги та небажаної активації СПЗ. При цьому, якщо:

- під час перевірки використовують зв'язок із пунктом прийняття пожежної тривоги і (або) пультовою організацією, то важливо перед початком проведення перевірки повідомити їх;
- передавання сигналів до пункту прийняття пожежної тривоги і (або) до пультової організації вимикається протягом перевірки, то повинна видаватися візуальна індикація про цей стан на ППКП. Коли ця індикація не здійснюється автоматично, то для повідомлення користувачів повинно бути встановлено попереджувальну табличку про відсутність зв'язку з пунктом прийняття пожежної тривоги і (або) з пультовою організацією;
- будь-яка перевірка системи може призвести до спрацювання звукових оповіщувачів, то персонал, який перебуває в приміщеннях, про це має бути попереджений заздалегідь;
- забезпечено під'єднання з іншими СПЗ, то лінію під'єднання або інше устаткування протягом перевірки треба відімкнути, за винятком випадків, коли треба перевірити і це устаткування;
- система автоматично керуватиме протипожежними дверима або іншим подібним устаткуванням, то необхідно попередити людей, що перебувають у будівлі, про можливі наслідки перевірки.

Планове технічне обслуговування призначене для підтримання системи в робочому стані за нормальних умов. Однак можуть виникнути обставини, які потребують особливої уваги та консультації обслуговуючої організації.

До таких обставин можна віднести:

- а) будь-яку пожежу (яка виявлена автоматично або людиною);
- б) будь-який випадок хибної тривоги;
- в) розширення, перепланування або ремонт приміщень;
- г) зміни призначень приміщень або виду діяльності на площах, контрольованих системою;
- д) зміни рівня шуму навколишнього середовища або послаблення звуку як такі, що потребують зміни вимог до звукових оповіщувачів;
- е) пошкодження системи, навіть якщо несправність одразу не буде очевидною;
- ж) будь-які зміни в додатковому устаткуванні;
- з) використання системи до закінчення будівельних робіт і до повного передавання будівлі в експлуатацію.

Користувач і (або) замовник повинен негайно повідомити обслуговуючу організацію про необхідність прийняття відповідних заходів у випадку:

- а) будь-якої індикації несправної роботи системи;

- б) пошкодження будь-якої частини системи;
- в) будь-якої зміни в плануванні будівлі або зміни орендарів приміщень;
- г) будь-якої зміни видів діяльності, які можуть спричинити підвищення ступеня ризику щодо пожежної небезпеки на площах, які контролюються.

Існують певні вимоги щодо монтажу і утримання сповіщувачів та ППКП.

1. Сповіщувачі повинні утримуватися в чистоті. На період проведення у контрольованих приміщеннях ремонтних робіт сповіщувачі мають бути захищені від попадання на них штукатурки, побілки, будівельного пилю, тощо. Після закінчення ремонту пристрої, що захищають сповіщувачі, необхідно зняти.

2. Забороняється встановлювати замість непрацездатних сповіщувачів сповіщувачі іншого типу або принципу дії, а також замикаєти шлейф у місці встановлення непрацездатного сповіщувача.

3. До сповіщувачів має бути забезпечений вільний доступ. Відстань від матеріалів та обладнання, що у ньому розташовані, до сповіщувача має бути не менше 0,5 м. Сповіщувачі не повинні захаращуватись обладнанням, матеріалами, які можуть перешкоджати вільному надходженню від місць можливого загорання факторів, що супроводжують пожежу та на які реагує сповіщувач.

4. Забороняється встановлювати поблизу теплових ПС джерела тепла, що здатні негативно впливати на їх роботу (викликати помилкові спрацьовування).

5. У приміщеннях, де встановлені димові ПС, з метою запобігання хибним спрацьовуванням забороняється використовувати обладнання, яке може утворювати пари кислот, лугів, пил у завислому стані.

6. Всі ПС, які встановлені на об'єкті, щорічно необхідно тестувати. Допускається проводити тестування 25% сповіщувачів щоквартально.

7. Димові ПС необхідно регулярно, не рідше одного разу на рік, продувати повітрям. Результати тестування та чищення сповіщувачів заносяться до журналу з технічного обслуговування (форма Ж.2 ДБН В.2.5-56:2010 [1]) із зазначенням номеру шлейфа та номеру сповіщувача.

8. У приміщеннях, де встановлені ПС полум'я, з метою запобігання хибним спрацьовуванням, не рекомендується використовувати обладнання, яке може утворювати інфрачервоне випромінювання.

9. Утилізація ПС, термін служби яких закінчився, проводиться згідно з інструкцією заводів-виробників.

10. ППКП має бути надійно заземлений згідно з вимогами НПАОП 40.1-1.21.

11. Один раз на три роки обслуговуючий персонал повинен вимірювати значення електричного опору ізоляції між електрично не з'єднаними струмопровідними частинами ГТПКП, а також між ними і його корпусом на відповідність вимогам технічних умов на цей прилад.

12. Клемні колодки ППКП, що не мають захисних пристроїв, повинні бути закриті захисними кришками та опломбовані.

13. Траси лінійної частини засобів СПС не повинні бути заставлені меблями, ящиками та іншими предметами, які могли б перешкоджати легкому доступу для огляду.

14. Прокладені кабелі і дроти не повинні мати вм'ятин, перекручень, пошкоджень або оголених ділянок ізоляції.

15. Оперативний (черговий) персонал повинен щоденно візуально контролювати цілісність труб, що захищають електропроводки СПС, у місцях перетинання із силовими електричними мережами, а також у місцях прокладання крізь стіни, перегородки тощо.

## ДОДАТОК А

### ПРИЙНЯТТЯ СИСТЕМ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ ДО ЕКСПЛУАТУВАННЯ

К.1. Для прийняття СПЗ та СПТС до експлуатування замовником створюється комісія з представників замовника, монтажною, пультовою і обслуговуючою організаціями та державного пожежного нагляду. Порядок та тривалість роботи комісії визначається замовником робіт.

Комісія створюється не пізніше як у п'ятиденний термін (5 робочих днів) після одержання повідомлення від монтажною (пультовою) організаціями про закінчення робіт із монтування та випробування СПЗ та СПТС.

К.2. При прийманні до експлуатування СПЗ та (або) СПТС комісія перевіряє:

К.2.1. Наявність відповідної документації:

- а) проект та експертний висновок;
- б) ліцензію на виконання робіт з монтування СПЗ та передавання тривожних сповіщень;
- в) договори на технічне обслуговування СПТС та СПЗ об'єкта;
- г) копії сертифікатів на застосоване обладнання;
- д) картку об'єкта разом із план-схемами поверхів;
- е) акт про виявлені дефекти (за необхідністю);
- ж) акт проведення комплексного випробування СПЗ та (або) СПТС;
- и) акт прийняття до експлуатування СПЗ (у разі якщо до експлуатування приймається тільки СПТС).

К.2.2. Відповідність виконаних робіт вимогам проекту, якість цих робіт.

К.2.3. Проходження від об'єкта спостереження до відповідного за територіальністю ЦПТС ОДС ОКЦ сигналів пожежної тривоги та до ЦПТС пультової організації сигналів про несправність.

К.2.4. Результати роботи комісії, за відсутності порушень, оформляються актом прийняття систем до експлуатування, який подається монтажною або налагоджувальною організацією. У разі якщо СПТС монтується одночасно із СПЗ, оформляється акт прийняття виконаних робіт згідно з додатком Ж (форма Ж.4, Ж6).

Результати прийняття до експлуатування СПТС, на об'єкті обладнаному СПЗ, оформляються актом прийняття СПТС до експлуатування (далі – акт прийняття до експлуатування) згідно з додатком Ж (форма Ж.5).

К.2.5. У разі виявлення недоліків під час прийняття робіт із монтування СПЗ та (або) СПТС комісією складається акт про виявлені дефекти (додаток Ж, форма Ж.3). У такому випадку монтажна чи пультова ор-

ганізація (в залежності від виявлених недоліків) повинна у терміни, визначені робочою комісією, усунути недоліки та сповістити про це замовника робіт і членів комісії. Після чого комісія продовжує роботу в установленому порядку.

Акт прийняття систем до експлуатування підписується членами комісії у тому випадку, коли усунуто всі виявлені порушення. Члени комісії, які відмовилися підписати акт прийняття систем до експлуатування, зобов'язані в письмовій формі подати голові комісії та органу, який вони представляють, обґрунтування своєї відмови (особисту думку). СПЗ вважаються прийнятими до експлуатування тільки у тому випадку, коли акт прийняття систем до експлуатування підписаний усіма членами комісії і їх підписи засвідчені печатками.

Акт прийняття систем до експлуатування та акт про виявлені дефекти складаються в такій кількості примірників, яка дорівнює кількості членів комісії (по одному на кожного).

К.2.6.3 моменту підписання акта прийняття виконаних робіт СПТС та/або СПЗ система вводиться до експлуатування, а пультова організація протягом однієї доби здійснює постановку об'єкта на пожежне спостереження, для чого робить відповідну відмітку в БДС (до якої підключено об'єкт спостереження).

К.2.7. Змонтована СПЗ на об'єкті не може бути прийнята до експлуатування у разі відсутності СПТС та навпаки, СПТС не може бути прийнята до експлуатування якщо на об'єкті відсутні СПЗ, або вони знаходяться в непридатному стані чи не обслуговуються.

## ДОДАТОК Б

### Технічне обслуговування систем протипожежного захисту

#### Л.1. Галузь застосування

Технічне обслуговування систем протипожежного захисту (далі - ТО) встановлює загальні вимоги до технічного обслуговування діючих СПЗ на об'єктах та СПЗ, які були прийнятими до експлуатування згідно з додатком К, за винятком підземних споруд, транспортних засобів, об'єктів спеціального призначення, об'єктів Міністерства оборони України, Служби безпеки України, Міністерства внутрішніх справ України та об'єктів з виготовлення і зберігання вибухових речовин, вимоги до яких визначаються у спеціальних нормативних актах, що затверджуються наказами відповідних міністерств та інших центральних органів виконавчої влади і які не повинні суперечити цим будівельним нормам.

Під час експлуатування СПЗ слід також керуватися Законом України "Про пожежну безпеку", НАПБ А.01.001 та іншими чинними НД.

Міністерства та інші центральні органи виконавчої влади, виходячи із специфічних умов та особливостей утримування СПЗ на виробництвах, можуть додатково розробляти свої галузеві НД з технічного утримування СПЗ, що затверджуються у встановленому порядку після узгодження з урядовим органом державного нагляду у сфері пожежної безпеки.

#### Л.2. Загальні положення

Л.2.1. Дотримання вимог ТО сприяє забезпеченню працездатного стану СПЗ та їх надійного і безпечного експлуатування.

Л.2.2. Надійне технічне утримування СПЗ повинне забезпечуватися шляхом проведення організаційних, технічних та інших заходів, що спрямовані на попередження пошкоджень та несправностей СПЗ підтримування їх у постійному працездатному стані.

Л.2.3. Керівники (власники) підприємств та уповноважені ними особи, а також орендарі для забезпечення утримування СПЗ в справному стані зобов'язані:

а) розробляти комплексні заходи щодо забезпечення утримування СПЗ відповідно до вимог ТО, впроваджувати досягнення науки і техніки, позитивний досвід у цій галузі;

б) відповідно до вимог НД з питань утримування СПЗ розробляти і затверджувати положення, інструкції та інші документи, здійснювати постійний контроль за їх дотриманням;

в) забезпечувати дотримання вимог ТО, стандартів, норм, інших відповідних нормативних актів;

г) організувати вивчення працівниками, які здійснюють контроль за експлуатуванням СПЗ, цих будівельних норм;



д) своєчасно надсилати повідомлення про спрацювання системи СПЗ або її вимкнення (форма Л.1.) у територіальні органи державного пожежного нагляду, а також про вжиті у зв'язку з цим заходи із забезпечення пожежної безпеки захищеного об'єкта.

Л.2.4. Роботи з технічного обслуговування СПЗ проводяться організаціями, які мають відповідну ліцензію.

### **Л.3. Обов'язки обслуговуючого і оперативного (чергового) персоналу**

Л.3.1. На кожному об'єкті для забезпечення надійного експлуатування СПЗ наказом або розпорядженням адміністрації мають бути призначені:

– особа, відповідальна за експлуатування СПЗ;

– оперативно-черговий персонал для контролю за працездатним станом СПЗ (оперативний персонал - для щоденного контролю; черговий персонал – для цілодобового). Функції оперативного (чергового) персоналу можуть суміщатися.

Л.3.2. Особа, відповідальна за експлуатування СПЗ, повинна мати відповідну групу з електробезпеки згідно з вимогами НПАОП 0.00-1.21, а також вивчити ці будівельні норми.

Л.3.3. Контроль за якістю проведення робіт з технічного обслуговування та ремонту СПЗ силами спеціалізованої організації здійснює особа, яка відповідає за їх експлуатування на об'єкті.

Л.3.4. Особа, відповідальна за експлуатування СПЗ на об'єкті, зобов'язана забезпечити:

а) виконання вимог цих будівельних норм;

б) утримування СПЗ в працездатному стані шляхом своєчасного проведення технічного обслуговування та планово-попереджувального ремонту;

в) навчання оперативного (чергового) персоналу, а також інструктаж осіб, які працюють приміщеннях, які захищаються, про порядок дій та евакуування людей у разі надходження сигналу “Пожежа”;

г) розробку необхідної експлуатувальної документації;

д) контроль за систематичним веденням експлуатувальної документації;

е) підготовку письмових повідомлень для інформування територіального органу державного нагляду у сфері пожежної безпеки і керівника підприємства про всі випадки відмов та спрацювань СПЗ за формою Л.1;

ж) своєчасну підготовку та пред'явлення за підписом керівника підприємства рекламаций:

– у територіальний орган державного нагляду у сфері пожежної безпеки – у разі виявлення хибних спрацювань СПЗ;

– заводам-виробникам – у разі постачання некомплектних або неякісних приладів, устаткування та матеріалів;

– монтажним організаціям – у разі виявлення неякісного монтування або відхилень від проектної документації, не узгоджених з розробником проекту та органами державного нагляду у сфері пожежної безпеки;

– обслуговуючим організаціям – за неякісне і несвоєчасне технічне обслуговування та ремонт систем.

Л.3.5. Організація, яка здійснює технічне обслуговування СПЗ, зобов'язана якісно здійснювати регламентні роботи з технічного обслуговування, ремонту та ведення експлуатувальної документації на системи, що оформлюється відповідно у журналі обліку технічного обслуговування і ремонту (планового та позапланового) СПЗ (форма Л.2) та журнали обліку санкціонованих та несанкціонованих спрацювань (відмов, несправностей) СПЗ (форма Л.3);

Л.3.6. Оперативний (черговий) персонал повинен діяти в разі надходження сигналу про пожежу відповідно до НАПБ А.01.001 та посадової інструкції і положень і знати:

а) назву та місцерозташування приміщень, що захищаються (контролюються);

б) порядок виклику пожежно-рятувальних підрозділів у разі отримання сигналу про пожежу та взаємодії з пожежно-рятувальними підрозділами під час ліквідації пожежі та її наслідків та іншими спеціальними службами (медичною допомогою, місцевими службами енергонагляду та газового господарства тощо);

в) інструкції з експлуатування СПЗ;

г) технічні характеристики систем і принцип їх дії;

д) ведення експлуатувальної документації;

е) в межах компетенції здійснювати перевірку працездатності систем.

Л.3.7. Оперативний (черговий) персонал у разі виявлення порушень даних будівельних норм, а також несправності СПЗ зобов'язаний негайно повідомити про це особу, яка відповідає за експлуатування вказаних систем, і вжити необхідних заходів для усунення виявлених недоліків.

Л.3.8. У процесі експлуатування, а також під час проведення регламентних робіт із технічного обслуговування забороняється вживати заходів, що можуть перешкоджати нормальній роботі СПЗ або погіршувати ефективність їх дії.

Л.3.9. Протягом виконання робіт із технічного обслуговування або ремонту, проведення яких пов'язано з вимкненням системи СПЗ, адміністрація об'єкта зобов'язана вжити необхідних заходів щодо забезпечення пожежної безпеки приміщень та технологічного устаткування, що захищаються (контролюються), повідомивши про це пожежну охорону об'єкта або територіальний орган державного нагляду у сфері пожежної безпеки.

#### **Л.4. Експлуатувальна та технічна документація.**

Л.4.1. В особи, яка відповідає за експлуатування СПЗ на об'єкті, обов'язково має бути наступна експлуатувальна та технічна документація:

- а) проектна та технічна документація на СПЗ;
- б) акт прийняття-здавання СПЗ до експлуатування;
- в) паспорти та інструкції з експлуатування на обладнання, прилади та технічні засоби СПЗ, що викладені українською або російською мовами;
- г) відомість змонтованого обладнання, вузлів, приладів та засобів автоматизації;
- д) акт зарядки систем газового або порошкового пожежогасіння;
- е) опис алгоритму (порядку) функціонування системи, у складі якої є технічні засоби на базі мікропроцесорних пристроїв, з можливістю перепрограмування їх роботи;
- ж) копії сертифікатів відповідності або свідоцтв про визнання приладів і обладнання СПЗ та вогнегасні речовини;
- і) договір на технічне обслуговування цих систем спеціалізованою організацією і копія ліцензії на проведення робіт протипожежного призначення, яка надана вказаній організації;
- к) матеріали перевірки засобів вимірювання та свідоцтва на посудини, що працюють під тиском.

Л.4.2. У приміщенні де встановлено ППКП має бути наступна експлуатувальна та технічна документація:

- а) інструкція з експлуатування системи;
- б) журнал обліку технічного обслуговування і ремонту (планового та позапланового) СПЗ (форма Л.2);
- в) журнал обліку санкціонованих та несанкціонованих спрацьовувань (відмов, несправностей) СПЗ (форма Л.3);
- г) перелік регламентних робіт із технічного обслуговування СПЗ;
- д) графік чергувань оперативного (чергового) персоналу;
- е) посадові інструкції оперативно-чергового персоналу;
- ж) план-графік технічного обслуговування СПЗ (форма Л.4);
- і) журнал обліку вогнегасної речовини;
- к) журнал здавання-прийняття чергувань оперативним (черговим) персоналом (форма Л.5);
- л) план-схема об'єкта із зазначенням приміщень, які захищаються, і розміщення приладів СПЗ.

Л.4.3. Адміністрацією об'єкта має бути розроблена інструкція про порядок дій та евакуювання осіб, які працюють у приміщеннях, що захищаються установками об'ємного пожежогасіння (газового, аерозольного і порошкового) у разі надходження сигналу про спрацювання системи.

Л.4.4. Експлуатувальна та технічна документація має бути оформлена у встановленому порядку та мати підписи відповідальних осіб, що затверджують документи.

Л.4.5. Перелік експлуатувальної та технічної документації може бути змінений залежно від конкретних умов на підприємстві (об'єкті) за узгодженням з органами державного нагляду у сфері пожежної безпеки і затверджений керівником підприємства.

Л.4.6. Експлуатувальна та технічна документація, що розробляється адміністрацією об'єкта, повинна переглядатися особою, відповідальною за експлуатування СПЗ, із залученням відповідних фахівців не менше одного разу на три роки і щоразу при змінюванні умов експлуатування системи.

#### **Л.5. Організація робіт із забезпечення експлуатування СПЗ**

Л.5.1. Перед уведенням СПЗ до експлуатування керівник об'єкта або уповноважена ним особа разом із представниками проектувальної та монтажно-експлуатувальної організації повинні забезпечити розробку експлуатувальної документації згідно з вимогами розділу Л.4 додатку Л цих будівельних норм.

Л.5.2. Технічне обслуговування СПЗ має починатися з моменту їх здавання до експлуатування з оформленням відповідної документації.

Л.5.3. З метою організації робіт з технічного обслуговування СПЗ адміністрацією об'єкта разом з організацією, що обслуговує вказані системи, розробляються перелік та план-графік регламентних робіт з технічного обслуговування систем на підставі діючих вимог НД та експлуатувальної документації на пристрої і обладнання, що входять до складу систем.

Л.5.4. Для вирішення питання про технічне обслуговування СПЗ на об'єкті власними силами адміністрація об'єкта повинна створити спеціальний підрозділ і отримати на нього відповідну ліцензію.

Л.5.5. Періодичність і зміст робіт з технічного обслуговування окремих технічних засобів установлюються на підставі цих будівельних норм, проектних рішень, технічної та експлуатувальної документації, а також паспортів на прилади та обладнання, що входять до складу СПЗ.

Л.5.6. Періодичність і обсяг робіт з технічного обслуговування і ремонту систем СПЗ можуть змінюватись залежно від терміну експлуатування технічних засобів.

Л.5.7. Технічне обслуговування СПЗ включає:

- проведення планових робіт;
- відновлення працездатності технічних засобів, що входять до складу систем.

Л.5.8. Основними видами планових робіт є:

а) зовнішній огляд – визначення технічного стану систем та окремих технічних засобів (працездатне, непрацездатне) за зовнішніми ознаками і, за необхідності, із застосуванням засобів контролю;

б) перевірка працездатності – визначення технічного стану шляхом контролю виконання функцій окремими технічними засобами і системою загалом;

в) профілактичні роботи - роботи планово-попереджувального характеру щодо утримування систем у працездатному стані. Указані роботи містять очищення зовнішніх поверхонь технічних засобів, перевірка технічного стану їх внутрішнього монтування (внутрішніх поверхонь), очищення, протирання, змащування, підпайку, заміну або поновлення елементів технічних засобів, що виробили свій ресурс або прийшли у непрацездатний стан, тощо.

Л.5.9. Ремонт без попереднього призначення з метою відновлення працездатного стану технічних засобів, що входять до складу систем, здійснюється за результатами контролю технічного стану, який проводиться під час технічного обслуговування або у разі відмови технічних засобів.

Л.5.10. Системи СПЗ приймаються на технічне обслуговування і ремонт після проведення первинного обстеження, яке здійснюється з метою визначення їх технічного стану.

Л.5.11. Робота з первинного обстеження складається з:

- перевірки наявності експлуатувальної та технічної документації згідно з розділом Л.4;
- перевірки відповідності монтування окремих технічних засобів і системи в цілому робочому проекту;
- перевірки працездатності окремих технічних засобів і системи загалом.

При цьому визначається перелік технічних характеристик щодо визначення параметрів працездатності систем СПЗ (форма Л.6). Якщо система перебуває у непрацездатному стані, то складається дефектна відомість (форма Л.7).

Л.5.12. Роботи з технічного обслуговування проводяться у терміни, що встановлені планом-графіком технічного обслуговування СПЗ (форма Л.4).

Л.5.13. Усі проведені роботи з технічного обслуговування та ремонту СПЗ, у тому числі і з контролю якості та працездатності, повинні реєструватися в журналі обліку технічного обслуговування і ремонту (планового та позапланового) системи (форма Л.2). Сторінки даного журналу мають бути пронумеровані, прошнуровані і скріплені печатками об'єкта і організації, що здійснює технічне обслуговування систем.

## **Л.6. Загальні вимоги**

Л.6.1. СПЗ повинні відповідати проектній документації та вимогам чинних нормативних документів та стандартів. Внесення будь-яких змін до проектної документації, яка пройшла експертизу в органах державного нагляду у сфері пожежної безпеки необхідно здійснювати після письмового погодження з органом, який проводив експертизу проекту щодо пожежної безпеки.

Л.6.2. Якщо протягом п'яти років із моменту експертизи проектної документації СПЗ не була змонтована та прийнята до експлуатування, то проектна документація повинна пройти перевірку в органах державного нагляду у сфері пожежної безпеки на відповідність вимогам чинних нормативних документів.

Л.6.3. Усі СПЗ мають бути справними і утримуватися у постійній готовності до виконання роботи. Несправності, які впливають на їх працездатність, повинні усуватися негайно, інші несправності усуваються у передбачені регламентом терміни, при цьому необхідно робити записи у відповідних журналах (форми Л. 2; 3).

Л.6.4. Технічне обстеження СПЗ щодо технічної можливості та економічності доцільності її використання за призначенням проводиться після 10 років з моменту здавання системи до експлуатування (і далі з періодичністю, що встановлюється після проведення вказаного огляду). Компоненти СПЗ перевіряються на їх відповідність технічним умовам виробників, ГОСТ та ДСТУ. За результатами вказаного технічного обстеження складається акт технічного обстеження СПЗ (форма Л.8). Устаткування і обладнання, параметри яких не відповідають заявленим у паспортах виробників (постачальників), ГОСТ та ДСТУ, повинні замінюватись. У разі відсутності резервних виробів СПЗ підлягає демонтуванню і заміні.

Л.6.5. Регламентні роботи з технічного обслуговування та планово-попереджувального ремонту повинні визначатися на кожний вид систем і виконуватися відповідно до планів-графіків технічного обслуговування СПЗ (форма Л.4), які розробляються на підставі вимог пункту Л.6.4 цих будівельних норм.

Л.6.6. У приміщенні пожежного поста та в інших місцях розміщення приладів систем пожежної сигналізації та вузлів керування СПЗ має бути вивішено інструкцію про порядок дій чергового (оперативного) персоналу на випадок появи сигналів про пожежу або про несправність в СПЗ.

Л.6.7. На пультах керування пожежних постів, на блоках СПЗ, біля кожного вузла керування мають бути вивішені (установлені) таблички із зазначенням приміщень, що підлягають захисту, або технологічного устаткування, типу та кількості сповіщувачів.

Л.6.8. Переведення систем з автоматичного режиму на ручний не допускається, за винятком випадків, обумовлених у НД.

Л.6.9. Пристрої ручного пуску СПЗ мають бути опломбовані, захищені від несанкціонованого приведення у дію та захищені від механічних пошкоджень і встановлюватися поза можливою зоною горіння, у доступному місці. Їх місце розташування повинно обладнуватись робочим і аварійним освітленням безпеки, а також позначатись вказівними знаками, що розміщують як усередині, так і поза приміщенням, згідно з вимогами ДСТУ ISO 6309 та ГОСТ 12.4.026.

Л.6.10. На період дії гарантії заводів-виробників на компоненти СПЗ (або, якщо продукція іноземного виробництва, то гарантії представників в Україні заводів-виробників) споживачу не дозволяється знімати пломби.

У разі виходу компонентів системи з ладу, у період дії гарантії на них може викликатися представник заводу-виробника, якщо питання щодо заміни компонентів СПЗ не узгоджене між обслуговуючою організацією і заводом-виробником устаткування СПЗ.

Л.6.11. У вибухопожежонебезпечних зонах електротехнічні засоби СПЗ повинні мати рівень вибухозахисту або ступінь захисту оболонок, що відповідають класу вибухонебезпечної або пожежонебезпечної зони, а також категорії і груп вибухонебезпечної суміші згідно з вимогами НПАОП 40.1 -1.21.

Л.6.12. Виконання приладів, обладнання та електропроводок, що входять до складу СПЗ, повинні відповідати категоріям приміщень, згідно з НАПБ Б.03.002, класам зон – НПАОП 40.1-1.21, а також вимогам ГОСТ 12.3.046 та умовам навколишнього середовища.

Л.6.13. ППКП мають бути опломбовані.

Л.6.14. Умови зберігання запасних контрольно-пускових приладів та пристроїв, а також вогнегасних речовин повинні відповідати вимогам заводів-виробників.

## ДОДАТОК В

### Регламент технічного обслуговування згідно з ДСТУ-Н CEN/TS 54-14:2009

Згідно з ДСТУ-Н CEN/TS 54-14:2009 [21], регламент технічного обслуговування може бути таким:

*а) щоденно перевіряти:*

- 1) чи ППКП знаходиться в режимі спокою або, що будь-які відхилення від режиму спокою були занесені до експлуатаційного журналу і про них було повідомлено в організацію з технічного обслуговування;
- 2) що будь-який отриманий у попередній робочий день сигнал тривоги прийнятий;
- 3) що, за потреби, система цілком була відновлена після будь-якого вимкнення, тестування або вимкнення звукового сигналу.

В експлуатаційний журнал треба заносити будь-які виявлені несправності та їх треба якомога швидше усувати.

*б) щомісячно*

Користувач і (або) замовник один раз на місяць повинен перевіряти, що:

- 1) резервне джерело живлення є справне;
- 2) є достатніми запаси паперу, тонера і стрічки для будь-якого принтера;
- 3) пристрої для тестування індикації (як зазначено у п.12.11 ДСТУ EN 54-2) функціонують і не виявлено несправного світлового елемента індикації.

В експлуатаційний журнал треба заносити усі виявлені несправності та їх треба якомога швидше усувати.

*в) щоквартально*

Користувач і (або) замовник повинен бути впевнений, що один раз на три місяці компетентний фахівець:

- 1) перевіряє усі записи в експлуатаційному журналі та вживає всіх необхідних заходів для приведення системи в працездатний стан;
- 2) перевіряє як спрацьовує щонайменше один автоматичний або ручний пожежний сповіщувач у кожній зоні, щоб переконатися чи буде ППКП правильно приймати і відображувати сигнал, вмикати оповіщення про пожежу й інші пристрої попередження або допоміжні пристрої;

*Примітка. Процедуру треба виконувати так, щоб уникнути небажаних дій (таких як випускання вогнегасної речовини).*

- 3) перевіряє, чи правильно ППКП виконує функцію індикації несправностей;
- 4) перевіряє можливість ППКП керувати функцією зачинення і відчинення дверей;
- 5) за можливості, перевіряє зв'язок із підрозділами пожежної охорони

- або пунктом приймання пожежної тривоги;
- 6) виконує всі додаткові перевірки і випробовування, запропоновані монтажною організацією, постачальником або виробником;
  - 7) переконується, що не проведено перепланування або зміни призначення окремих приміщень, що може спричинити зміни у вимогах щодо розташування автоматичних, ручних пожежних сповіщувачів або пристроїв оповіщення, і якщо зміни відбулися, то треба провести візуальний огляд відповідно до г) 5).

В експлуатаційний журнал необхідно заносити будь-які виявлені несправності та якомога швидше їх усувати.

*г) щорічно*

Користувач і (або) замовник повинен бути впевнений, що один раз на рік компетентний фахівець:

- 1) виконує регламенти, рекомендовані для щоденного, щомісячного і щоквартального обслуговування;
- 2) перевіряє правильність функціонування кожного сповіщувача відповідно до вказівок виробника;

**Примітка 1.** Незважаючи на те що треба перевірити кожний сповіщувач під час щорічної перевірки, дозволено тестувати до 25 % сповіщувачів під час проведення щоквартального обслуговування;

- 3) перевіряє можливість ППКП виконувати будь-яку додаткову функцію;

**Примітка 2.** Процедура треба виконувати так, щоб уникнути небажаних дій (таких як випускання вогнегасної речовини).

- 4) проводить огляд щоб пересвідчитися, що всі кабельні з'єднання та устаткування не ушкоджені й надійно захищені;
- 5) проводить огляд із метою перевірити, чи проводили перепланування будівлі або чи немає змін призначення окремих приміщень, що може спричинити інші вимоги щодо розташування автоматичних і ручних пожежних сповіщувачів або пристроїв оповіщення. Крім того, під час огляду треба перевіряти чи навколо кожного сповіщувача є вільний простір у радіусі не менше ніж 0,5 м та чи всі ручні пожежні сповіщувачі знаходяться у відкритих і доступних місцях;
- 6) перевіряє та випробовує всі акумуляторні батареї.

В експлуатаційний журнал необхідно заносити всі виявлені несправності та якомога швидше їх усувати.

Після завершення квартального та щорічного обслуговування організація, відповідальна за проведення перевірки, повинна надати відповідальній особі підписане підтвердження, що перевірка відповідно до в) і г) завершена і що відповідальна особа сповіщена про усі виявлені недоліки.

## ДОДАТОК С

### Системи оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей

Система оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей (СО) призначена для оповіщення людей, що знаходяться в будинку (споруді), про виникнення пожежі з метою створення умов для їх своєчасного евакуювання.

Улаштування, експлуатація та технічне обслуговування СО в будинках та спорудах слід здійснювати згідно з вимогами ДБН В.2.5-56:2010 [1], НАПБ А.01.003 (наказ №338 від 18.05.2009) [86] та інших чинних нормативних документів. Нормативні документи ДБН В.2.5-56:2010 [1] та НАПБ А.01.003 [86] доповнюють одне одного. Тут ми розглянемо лише основні пункти з цих нормативних документів.

*Оповіщення здійснюється одним з таких способів або їх комбінацією:*

- передачею звукових, а також, за необхідності, світлових сигналів оповіщення у всі приміщення будинку;
- трансляцією мовленнєвих повідомлень про пожежу;
- передачею в окремі зони будинку або приміщення повідомлень про місце виникнення пожежі, про шляхи евакуації та дії, що забезпечують особисту безпеку;
- увімкненням світлових вказівників рекомендованого напрямку евакуації;
- увімкненням освітлення шляхів евакуації;
- для СО4 та СО5 типів - двостороннім зв'язком між приміщенням пожежного поста та зонами оповіщення.

*За способами оповіщення СО діляться на:*

- світлові (візуальні);
- звукові;
- мовленнєві та комбіновані.

СО з використанням *світлової сигналізації* складається із світлових оповіщувачів, світлових покажчиків, знаків, табло або інших пристроїв, сигнальна інформація від яких створюється подачею сигналу управління. При цьому світлові системи оповіщення застосовуються у разі неможливості забезпечити оповіщення звуковими та мовленнєвими оповіщувачами.

СО з використанням *звукової сигналізації* складається із звукових пожежних оповіщувачів згідно з ДСТУ EN54-3, що генерують звукові сигнали попередження про пожежу при подачі на них сигналу управління.

СО для забезпечення *мовленнєвого оповіщення* складаються з устаткування управління та індикації і гучномовців згідно з ДСТУ-Н CEN/TS 54-14 [21], ДСТУ EN54-16 [32] та ДСТУ EN54-24 [37] відповідно. Трансляція мовленнєвого повідомлення забезпечується ручним, або автоматичним запуском устаткування управління та індикації.

Комбіновані СО складаються із світлової, звукової та/або мовленнєвої сигналізації.

Вибір типів СО для будинків і приміщень різного призначення подано у додатку Г ДБН В.2.5-56:2010 [1]. Системи оповіщення про пожежу поділяють на п'ять типів за параметрами, наведеними в додатку Г ДБН В.2.5-56:2010 [1].

*Приведення в дію СО виконується:*

- в автоматичному режимі сигналом від СПС;
- в ручному режимі оперативним персоналом із пожежного поста при отриманні сигналу від СПС або АСПГ. При цьому ручний режим має найвищий пріоритет управління СО.

Проектування СО 1 та 2 типів допускається виконувати у проектні системи пожежної сигналізації, п.3.2 НАПБ А.01.003 [86].

Оповіщення повинно виконуватись у всіх приміщеннях будинків (споруд) з постійним та тимчасовим перебуванням людей та, за необхідності, на прилеглий до будинку територію.

Будинки необхідно поділяти на зони оповіщення з урахуванням об'ємно-планувальних рішень будинків, шляхів евакуації, поділення на протипожежні відсіки, а також з урахуванням вимог, що наведені в примітці 1 таблиці Е.1 додатка Е до ДБН В.1.1-7-2002. Розміри зон оповіщення, черговість оповіщення та час початку оповіщення людей в окремих зонах визначаються, виходячи з умов забезпечення безпечної та своєчасної евакуації людей в разі пожежі, п.3.4 НАПБ А.01.003 [86].

Мовленнєві повідомлення про пожежу повинні бути короткими, якими та зрозумілими. В п.3.19 НАПБ А.01.003 [86] *зазначено, що* тривалість трансляції одного мовленнєвого повідомлення не повинна перевищувати 1 хвилини.

Мови якими записані тексти мовленнєвих повідомлень:

- п.3.18 НАПБ А.01.003 [86]. Текст мовленнєвого повідомлення повинен бути записаний українською мовою. Необхідність запису тексту мовленнєвого повідомлення та його транслявання іншими мовами визначається завданням на проектування та призначенням будинку.
- п.8.2.12 ДБН В.2.5-56:2010 [1]. У будівлях, де можливе перебування людей, що не володіють національною мовою, мовленнєві повідомлення повинні транслюватися декількома мовами, але не більше ніж чотирма.

Текст оповіщення людей про пожежу повторюється безперервно протягом всього часу евакуації людей. Перед подачею мовленнєвого повідомлення, а також між трансляціями наступних повідомлень (транслявання різними мовами) повинен подаватись сигнал привертання уваги.

Допускається використовувати СО з радіоканальними з'єднувальними лініями, при цьому вони повинні бути забезпечені автоматичним контролем їх працездатності.

СО із використанням мовленнєвого оповіщення за відсутності небезпечних ситуацій допускається використовувати в режимі трансляції музичних програм та іншої інформації з обов'язковим автоматичним вимкненням цього режиму при надходженні пожежної тривоги.

У разі об'єднання СО 3-5 типів та радіотрансляційної мережі будинку, повинен бути забезпечений розподіл пріоритетів для повідомлень у такій послідовності:

**I (найвищий)** – повідомлення оперативного (чергового) персоналу СО (диспетчера пожежного поста) під час пожежі;

**II** – повідомлення, які записані на будь-якому носії та вмикаються автоматично від спрацювання систем пожежної автоматики;

**III** – службові повідомлення, що не стосуються організації та управління евакуацією людей;

**IV** – інші повідомлення (музика, рекламні оголошення тощо).

У разі одночасного транслявання декількох повідомлень, що мають різні пріоритети, повідомлення, які мають нижчий пріоритет, повинні автоматично блокуватись.

СО повинна мати можливість одночасно передавати різні мовленнєві повідомлення в різні зони оповіщення.

СО типів 3, 4 та 5 згідно з ДБН В.1.1-7-2002 необхідно виконувати з урахуванням можливості прямої трансляції мовленнєвого оповіщення та керівних команд через мікрофон для оперативного реагування в разі зміни обставин або порушення нормальних умов евакуації.

У будинках, що мають 5-й тип СО та кількість поверхів два та більше, СО спрацює у такій послідовності:

- оповіщення людей про пожежу на поверсі, де виникла пожежа;
- оповіщення людей про пожежу на поверхах, що розташовані вище поверху, де виникла пожежа;
- оповіщення людей про пожежу на поверхах, що розташовані нижче поверху, де виникла пожежа.

Затримку часу оповіщення про пожежу для різних поверхів будинку необхідно передбачати з урахуванням злиття потоків людей на шляхах евакуації відповідно до розрахунків по ГОСТ 12.1.004 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования».

На об'єктах з масовим перебуванням людей у першу чергу оповіщується обслуговуючий персонал.

У багатоповерхових та висотних будинках, які поділені на протипожежні відсіки по вертикалі, СО повинна вмикатися одразу для всього протипожежного відсіку, де виникла пожежа. Затримку часу оповіщення

ня про пожежу для інших вертикальних протипожежних відсіків будинку слід передбачати з урахуванням злиття потоків людей на шляхах евакуації відповідно до вимог додатка 2 до ГОСТ 12.1.004.

У готелях, санаторіях та інших будинках з наявністю спальних місць у разі виникнення пожежі в нічний час передбачається попереднє ввімкнення звукового сигналу з метою пробудження людей. Після цього подається сигнал привертання уваги і передається мовленнєве повідомлення (за його наявності).

При цьому у лікувальних та дитячих дошкільних закладах, а також спальних корпусах шкіл-інтернатів оповіщуються тільки адміністрація та обслуговуючий персонал. Оповіщення адміністрації (обслуговуючого персоналу) здійснюється за допомогою:

- світлових оповіщувачів - обладнуються всі приміщення будинку;
- звукових оповіщувачів - обладнуються всі приміщення будинку (крім приміщень з наявністю спальних місць).

СО повинна розпочати трансляцію першого сигналу привертання уваги або сигналу оповіщення про пожежу не пізніше трьох секунд з моменту отримання сигналу про пожежу. Сигнал привертання уваги (сигнал оповіщення про пожежу) повинен відрізнятися від сигналів іншого призначення.

#### *Вимоги до сигналів оповіщення*

В п.4.2.10 НАПБ А.01.003 [86] зазначено що, звукові сигнали СО повинні забезпечувати загальний рівень звуку *не менше 75 дБ* на відстані 3 м від оповіщувача, але *не більше 120 дБ* у будь-якій точці приміщення. При цьому для забезпечення чіткої чутності звукові сигнали СО повинні забезпечувати рівень звуку *не менше ніж на 15 дБ* вищим від допустимого рівня звуку постійного шуму у захищаному приміщенні. Вимір проводиться *на висоті 1,5 м* від підлоги.

У спальних приміщеннях звукові сигнали СО повинні мати рівень звуку *не менше ніж на 15 дБ* вище рівня звуку постійного шуму у цих приміщеннях, але *не менше 75 дБ*. Вимір проводиться на рівні голови сплячої людини (в п.8.3.4 ДБН В.2.5-56:2010 [1] сказано, що вимірювання рівнів звукового тиску виконується *на висоті 0,7 м* від рівня підлоги).

В ДБН В.2.5-56:2010 [1] говориться, що:

8.3.1. Рівень звукового тиску сигналів оповіщення повинен бути *не менше ніж на 15 дБ* вищим від рівня постійного шуму та *не менше ніж на 5 дБ* вищим від рівня максимального шуму тривалістю не менше 60 с. Вимірювання рівнів звукового тиску виконується *на висоті 1,5 м* від рівня підлоги з використанням А-зваженого фільтра (дБА) у будь-якій точці зони обслуговування. Ці вимоги відносяться до звукових, голосових оповіщувачів та гучномовців.

8.3.2. Загальний рівень звукового тиску, отриманий в результаті

складання шумів навколишнього середовища з акустичними сигналами від усіх працюючих оповіщувачів або гучномовців, *не повинен перевищувати 120 дБА* в будь-якій точці зони оповіщення.

8.3.3. Звукові оповіщувачі або гучномовці для встановлення в туалетних кімнатах та ліфтових кабінах повинні забезпечувати рівень звукового тиску *не менше ніж на 10 дБ* вищим від рівня постійного шуму (вимірювання рівнів звукового тиску виконується на висоті 0,7 м від рівня підлоги).

8.3.4. Звукові оповіщувачі або гучномовці для встановлення в спальних кімнатах повинні забезпечувати рівень звукового тиску *не менше ніж 75 дБА*, а також, як *мінімум на 15 дБ* перевищувати рівень постійного шуму (вимірювання рівнів звукового тиску виконується на висоті 0,7 м від рівня підлоги).

Якщо між спальним приміщенням та оповіщувачем розміщена якась перепона (двері, штори або розсувні перегородки), то ця перепона повинна бути встановлена при проведенні вимірювань рівню звукового тиску.

**Примітка 1.** Вимірювання рівнів звукового тиску сигналів оповіщення (8.3.1-8.3.4) виконується шумоміром з використанням А-зваженого фільтра та часовою характеристикою F (швидко);

**Примітка 2.** Вимірювання рівнів звукового тиску (8.3.3-8.3.4) виконується на висоті 0,7 м від рівня підлоги.

8.3.5. У приміщеннях з великим рівнем шуму (танцювальні зали, нічні клуби, механічні цехи та інше), де рівень постійного шуму може перевищувати 100 дБА, повинно застосовуватись від'єднання джерел шуму від енергоживлення комутаційними пристроями, які керуються системою сигналізації, за винятком випадків, коли вимкнення енергоживлення може призвести до іншої небезпеки. Після вимкнення джерела шуму рівень звукового тиску сигналів оповіщення повинен відповідати вимогам 8.3.1 та 8.3.2. У цих зонах оповіщення необхідно додатково встановлювати світлові оповіщувачі.

8.3.6. В приміщеннях, де люди використовують шумозахисне спорядження для ослаблення рівня шуму навколишнього середовища, це ослаблення враховується згідно з технічними даними шумозахисного спорядження. Для компенсації рівня ослаблення необхідно відповідне збільшення рівня звукового тиску сигналу оповіщення. У цих зонах необхідно додатково використовувати світлові оповіщувачі.

8.3.7. Якщо в одному приміщенні зони оповіщення використовується два або більше звукових оповіщувачі, їх сигнали повинні бути синхронними.

8.3.8. У приміщеннях, де рівень постійного шуму перевищує 105 дБА, необхідно використовувати світлові оповіщувачі.

**Примітка.** В п.4.1.5 НАПБ А.01.003 [86] зазначено що, звукові оповіщувачі повинні комбінуватися зі світловими, які працюють у режимі спалахування, у приміщеннях з рівнем шуму понад 95 дБ;

8.3.9. При розрахунку рівнів звукового тиску оповіщувачів та гучномовців необхідно враховувати, що різке збільшення рівня звукового тиску більше ніж на 30 дБ порівняно з рівнем постійного шуму навколишнього середовища може привести до раптового та небезпечного переляку людей.

#### **Вимоги до розміщення оповіщувачів та гучномовців**

При проектуванні СО необхідно користуватись даними про акустичні та планувальні характеристики приміщень будинку, акустичні та світлові характеристики оповіщувачів, що плануються для використання. Необхідно враховувати, що правильний вибір оповіщувачів, їх кількість та правильність розміщення є надзвичайно важливими для досягнення якісного та своєчасного сприйняття переданої СО інформації людьми, що перебувають в будинку. У будинку необхідно встановити, як мінімум, два оповіщувачі, навіть якщо рекомендований рівень звукового сигналу можна забезпечити одним, п. 4.1.2 НАПБ А.01.003 [86].

Монтування оповіщувачів необхідно виконувати згідно з проектною документацією та інструкціями виробника (постачальника).

Настінні звукові оповіщувачі та гучномовці необхідно встановлювати таким чином, щоб відстань між верхньою частиною оповіщувача і рівнем підлоги була *не менше 2,2 м*, а відстань між верхньою частиною оповіщувача та рівнем стелі була *не менше 0,15 м*. У разі неможливості виконання цих вимог, допускається встановлювати оповіщувачі на відстані *більше ніж 0,15 м* від стелі, при цьому обладнання і кабелі, що знаходяться на відстані *нижче ніж 2,2 м* від підлоги, необхідно захистити від механічних пошкоджень, п.8.4.5 ДБН В.2.5-56:2010 [1]. У місцях, де є небезпека механічного ушкодження оповіщувачів, повинен бути забезпечений їх захист, який не порушує працездатності оповіщувачів.

Допускається використовувати оповіщувачі та гучномовці, що встановлюються на стелі.

Оповіщувачі та гучномовці, призначені для використання у спеціальних умовах (відкрите повітря, температура, вологість, небезпечне середовище) повинні бути (атестовані) сертифіковані для використання в цих умовах.

При проектуванні СО з використанням гучномовців зони з великою сумарною потужністю слід розділяти на декілька кабельних ліній із сумарною потужністю підімкнених до однієї лінії гучномовців не більше 700 Вт з метою зменшення втрат в лінії та підвищення надійності оповіщення у разі пошкодження однієї із кабельних ліній. При цьому перевагу слід надавати “шаховому” порядку підімкнення гучномовців до кожної лінії із обов'язковим збереженням синфазної роботи усіх гучномовців в межах однієї зони, користуючись маркуванням кабельних ліній та гучномовців.

Забороняється використовувати одночасно звукові оповіщувачі та гучномовці в одному приміщенні.

Строби, які виконують функції світлових оповіщувачів (далі – строби) повинні розміщатися таким чином, щоб в будь-якій частині при-

міщення, що захищається, в поле зору людей потрапляли прямі світлові сигнали від строба, або світлові сигнали, відбиті від стін або інших площин. Якщо в поле зору людини можуть потрапити світлові сигнали від двох або більше стробів, то їх робота повинна синхронізуватись.

При настінному розміщенні стробів вони повинні встановлюватись в середній точці довшої стіни на висоті  $2,2 \div 2,4$  м від рівня підлоги. Рекомендації до розміщення настінних стробів залежно від розміру приміщення наведені в таблиці 8.1 ДБН В.2.5-56:2010 [1]. Рекомендації до розміщення стробів в центрі стелі залежно від розмірів та висоти приміщення наведених в таблиці 8.2 ДБН В.2.5-56:2010 [1].

Розміщувати строби в коридорах шириною більше 6 м слід виконувати аналогічно приміщенню 6x6 м.

Якщо одним стробом неможливо забезпечити весь коридор, то необхідно враховувати таке:

- в будь-якій точці коридора повинен бути видимий принаймні один строб інтенсивністю не менше 15 кд;
- строб повинен встановлюватись не далі 4,5 м від торця коридора;
- відстань між стробами по коридору – не більше ніж 70 м;
- якщо в коридорі є перегородки, то вони повинні прийматись як торець коридора.

У спальних кімнатах строби настінного розміщення повинні встановлюватись таким чином, щоб відстань між головою людини, що спить, та стробом була не більшою за 4,8 м. Висота розміщення строба повинна бути не меншою за 0,6 м від стелі, а інтенсивність світлового потоку цього строба не меншою за 110 кд, враховуючи можливість скупчення диму під стелею у випадку пожежі.

У разі використання в спальних приміщеннях стробів з розміщенням їх на стелі, інтенсивність світлового потоку строба повинна бути не меншою 170 кд.

У всіх випадках при розрахунку кількості та розміщення стробів в кожному окремому приміщенні необхідно враховувати їх діаграми розсіювання світла.

#### **Зони оповіщення**

Визначення зон здійснюється за такими показниками:

- особливості пожежної небезпеки та архітектурно-планувальних рішень будинку;
- можливі шляхи поширення небезпечних факторів пожежі;
- умови та шляхи евакуації людей.

Межі зон оповіщення повинні збігатися із зовнішніми стінами будинку, межами протипожежних відсіків, міжповерховими перекриттями та іншими будівельними конструкціями.

Простори без протипожежних перегородок, будівельних конструкцій та протидимних екранів (завіс) із нормованим класом вогнестійкості не повинні розділятися на окремі зони оповіщення.



Якщо окрема зона оповіщення забезпечується декількома лініями оповіщення, то керування всіма оповіщувачами в цій зоні має здійснюватися одночасно.

#### **Вимоги до електроживлення та кабельних ліній**

Устаткування електроживлення СО має відповідати вимогам ДСТУ EN54-4 [25].

В НАПБ А.01.003 [86] зазначено:

4.2.1. СО в режимі «Тривога» повинна функціонувати протягом часу, необхідного для евакуації людей з будинку, але не менше 15 хвилин.

4.2.2. Вихід з ладу одного з оповіщувачів не повинен призводити до виведення з ладу ланки оповіщувачів, до якої його під'єднано.

4.2.3. Електропостачання СО здійснюється за I категорією надійності згідно з «Правилами устрою електроустановок» (ПУЕ), від двох незалежних джерел енергії: основного - від мережі змінного струму, резервного - від акумуляторних батарей тощо.

4.2.4. Перехід з основного джерела електропостачання на резервний та у зворотному напрямку в разі відновлення централізованого електропостачання має відбуватися автоматично.

4.2.5. Тривалість роботи СО від резервного джерела енергії у черговому режимі має бути не меншою за 24 години.

4.2.6. Тривалість роботи СО від резервного джерела енергії у режимі «Тривога» має відповідати вимогам пункту 4.2.1.

4.2.7. Ймовірність виникнення відмов СО, що призводять до хибного спрацювання технічних засобів оповіщення за 1000 годин роботи, має бути не більшою за 0,01.

4.2.8. Оповіщувачі не повинні мати регуляторів гучності і повинні підключатися до мережі без роз'ємних пристроїв.

4.2.9. Звукові оповіщувачі повинні відповідати вимогам ДСТУ EN 54-3:2003 «Системи пожежної сигналізації. Частина 3. Оповіщувачі пожежні звукові» [24].

В ДБН В.2.5-56:2010 [1] зазначено:

8.6.1. Устаткування електроживлення СО повинно відповідати вимогам ДСТУ EN54-4 [25].

8.6.2. Після аварійного відключення основного джерела електроживлення, резервне джерело електроживлення має забезпечити працездатність СО в режимі спокою протягом 24 годин, а у режимі пожежної тривоги – 15 хв, але не менше від розрахункового часу евакуації.

8.6.3. Резервним джерелом електроживлення можуть бути додаткові лінії електропостачання I категорії відповідно до ПУЕ з використанням пристроїв автоматичного ввімкнення резерву (АВР), акумуляторні батареї устаткування електроживлення СО, а також автономні електрогенератори з автоматичним запуском.

8.6.4. Вибір способу резервного електроживлення визначається в залежності від призначення будинку.

8.6.5. Для з'єднання оповіщувачів потрібно використовувати кабельні лінії, що забезпечують функціонування системи в умовах пожежі. Поперечний переріз кабелю потрібно визначати беручи до уваги довжину мережі, струм та електричну напругу у кабелі.

8.6.6. Відгалуження від кабельних ліній повинно виконуватись з використанням розподільних коробок із класом вогнестійкості не нижчим показників вогнестійкості кабельних ліній. Ці коробки повинні унеможливити коротке замикання кабельної лінії в результаті пошкодження полум'ям оповіщувача та/або лінії відгалуження.

8.6.7. Розподільна коробка повинна забезпечувати підключення лінії відгалуження з необхідною сумарною потужністю гучномовців, що розміщені в зоні обслуговування.

8.6.8. Лінія відгалуження має обслуговувати тільки одну зону.

8.6.9. У системах із кільцевим розміщенням кабельних ліній можна не виконувати вимогу 4.17.1 за умови прокладання зворотньої кабельної лінії через інші приміщення.

*Примітка. 4.17.1. Кабелі, які необхідні для роботи оповіщувачів системи оповіщення про пожежу та управління евакуаванням людей СО3, СО4, та СО5 за межами зони, що ними обслуговуються, повинні зберігати цілісність кіл під дією стандартного температурного режиму не менше 30 хв або бути захищеними згідно з 4.17, за винятком випадків, указаних у 8.6.9.*

#### **Вимоги до аварійного освітлення та показників напрямку евакуації**

Аварійне освітлення евакуації призначене для того, щоб дати людям можливість покинути небезпечне місце та створити необхідні умови видимості та орієнтації на шляхах евакуації і забезпечити легкий пошук засобів безпеки та пожежогасіння.

Аварійне освітлення шляхів евакуації:

- має бути стаціонарно встановлене, освітлювати зону підлоги та мати ударостійкий корпус;
- має створювати на підлозі головних проходів і на сходах 0,5лк;
- при вимкненні основного джерела електроживлення має працювати не менше 60 хв від резервного джерела.

Вимоги до влаштування аварійного освітлення евакуації необхідно встановлювати згідно з вимогами ДБН В.2.5-23 та ДБН В.2.5-28.

#### **Прийняття систем оповіщення в експлуатацію**

Прийняття СО в експлуатацію здійснюється згідно з вимогами додатка К ДБН В.2.5-56:2010 [1].

#### **Технічне обслуговування систем оповіщення**

Технічне обслуговування СО здійснюється згідно з вимогами додатка Л ДБН В.2.5-56:2010 [1].

## ЛІТЕРАТУРА

1. Системи протипожежного захисту : ДБН В.2.5-56:2010. – Офіц. Вид. – К. : Укрархбудінформ, 2011. – 137 с. – (Нормативний документ Мінрегіонбуду України).
2. Котов А.Г. Пожаротушение и системы безопасности : практическое пособие / А.Г. Котов. – К. : ООО “НПФ “Бранд мастер”, 2010. – 277 с.
3. Котов А.Г. Пожаротушение и системы безопасности / А.Г. Котов. – К. : Изд.дом «Репро-Графіка», 2003. – 207 с.
4. Воробйов О.І. Проективання, монтаж, технічне обслуговування установок пожежної сигналізації : навчальний посібник / О.І. Воробйов. – Львів : Сполом, 2003. – 138 с.
5. Воробйов О.І. Системи пожежогасіння : навчальний посібник / О.І. Воробйов. – Львів : Сполом, 2008. – 152 с.
6. Христин В.В. Системи пожежної та охоронної сигналізації / В.В. Христин – Харків : АПБУ МВС України, 2001. – 104 с.
7. Бубырь Н.Ф. Пожарная автоматика / Н.Ф. Бубырь, В.П. Бабуров, В.И. Мангасаров. – М. : Стройиздат, 1984. – 208 с.
8. Навацкий А.А. Производственная и пожарная автоматика / А.А. Навацкий. – М. : ВИПТШ МВД СССР, 1985. – Часть 1, 195 с.
9. Производственная и пожарная автоматика / [Бубырь Н.Ф., Навацкий А.А., Шмутьян И.К. и др.] ; под ред. Н.Ф. Бубыря – М. : ВИПТШ МВД СССР, 1986. – Часть II, 293 с.
10. Шаровар Ф.И. Устройства и системы пожарной сигнализации / Ф.И. Шаровар. – М. : Стройиздат, 1985. – 375 с.
11. Адресно-аналоговая пожарная сигнализация ARITECH/GE Security: масштабируемое решение для крупных и средних объектов // Системы безопасности. – Москва, 2004. – №4. – С.53–58.
12. Кравчук Ю. Новая система речевого оповещения о пожаре GST / Ю. Кравчук // F+S: Технологии безопасности и противопожарной защиты. – Киев, 2008. – №3(33). – С. 52–53.
13. Носач С. Визуализация тревог / С. Носач // F+S: Технологии безопасности и противопожарной защиты. – Киев, 2008. – №3(33) – С. 54–55.
14. Мильман Г.Я. Адресно-аналоговые системы / Г.Я. Мильман // Системы безопасности. – Москва, 2004. – №2. – С. 64–68.
15. Неплохов И.Г. Особенности конструкции адресно-аналоговых пожарных извещателей / И.Г. Неплохов // Системы безопасности. – Москва, 2008. – №2. – С. 163–168.
16. Неплохов И.Г. Мировые тенденции развития адресно-аналоговых систем пожарной сигнализации / И.Г. Неплохов // Системы безопасности. – Москва, 2006. – №2. – С. 140–144.
17. Панькова С. Интеллект в оборудовании систем пожарной сигнализации / С. Панькова // F+S: Технологии безопасности и противопожарной защиты. – Киев, 2008. – №3(33). – С. 48–49.
18. Система пожарной сигнализации Detectomat // Системы безопасности. – Москва, 2006. – №2. – С. 126–127.
19. Хомяков Б.И. Адресно-аналоговые системы – раннее обнаружение пожара / Б.И. Хомяков // Системы безопасности. – Москва, 2004. – №6. – С. 18–23.
20. Кушнір А.П. Пожежна і виробнича автоматика : методичні вказівки з курсового проектування з дисципліни “Пожежна і виробнича автоматика” / Кушнір А.П., Шаповалов О.В., Яцишин С.П. – Львів : ЛДУ БЖД МНС України, 2007. – 82 с.
21. Системи пожежної сигналізації та оповіщення. Частина 14. Наставни щодо побудови, проектування, монтажу, введення в експлуатацію, експлуатування і технічного обслуговування (CEN/TS 54-14:2004, IDT) : ДСТУ-Н CEN/TS 54-14:2009. – [Чинний від 2010-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2009. – 57 с. – (Національний стандарт України).
22. Системи пожежної сигналізації. Частина 1. Вступ (EN 54-1:1996, IDT) : ДСТУ EN 54-1:2003. – [Чинний від 2004-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2004. – 8 с. – (Національний стандарт України).
23. Системи пожежної сигналізації. Частина 2. Прилади приймально-контрольні пожежні (EN 54-2:1997, IDT) : ДСТУ EN 54-2:2003. – [Чинний від 2004-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2004. – 34 с. – (Національний стандарт України).
24. Системи пожежної сигналізації. Частина 3. Оповіщувачі пожежні звукові (EN 54-3:2001, IDT) : ДСТУ EN 54-3:2003. – [Чинний від 2004-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2004. – 28 с. – (Національний стандарт України).
25. Системи пожежної сигналізації. Частина 4. Устаткування електроживлення (EN 54-4:1997, IDT) : ДСТУ EN 54-4:2003. – [Чинний від 2004-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2004. – 22 с. – (Національний стандарт України).
26. Системи пожежної сигналізації. Частина 5. Сповіщувачі пожежні теплові точкові (EN 54-5:2000, IDT) : ДСТУ EN 54-5:2003. – [Чинний від 2004-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2004. – 36 с. – (Національний стандарт України).
27. Системи пожежної сигналізації. Частина 7. Сповіщувачі пожежні димові точкові розсіяного світла, пропущеного світла або іонізаційні (EN 54-7:2000, IDT) : ДСТУ EN 54-7:2004. – [Чинний від 2005-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2004. – 44 с. – (Національний стандарт України).

28. Системи пожежної сигналізації. Частина 10. Сповісвачі пожежні полум'я точкові (EN 54-10:2002, IDT) : ДСТУ EN 54-10:2004. – [Чинний від 2005-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2004. – 26 с. – (Національний стандарт України).
29. Системи пожежної сигналізації. Частина 11. Сповісвачі пожежні ручні (EN 54-11:2001, IDT) : ДСТУ EN 54-11:2004. – [Чинний від 2005-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2004. – 32 с. – (Національний стандарт України).
30. Системи пожежної сигналізації. Частина 12. Сповісвачі пожежні димові лінійні пропущеного світла (EN 54-12:2002, IDT) : ДСТУ EN 54-12:2004. – [Чинний від 2005-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2004. – 32 с. – (Національний стандарт України).
31. Системи пожежної сигналізації. Частина 13. Вимоги щодо систем та оцінювання сумісності (EN 54-13:2001, IDT) : ДСТУ prEN 54-13:2004. – [Чинний від 2005-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2004. – 18 с. – (Національний стандарт України).
32. Системи пожежної сигналізації. Частина 16. Устаткування керування та індикації мовленнєвого оповіщення : ДСТУ EN 54-16 (готується до видання)
33. Системи пожежної сигналізації. Частина 17. Ізолятори короткого замикання (EN 54-17:2005, IDT) : ДСТУ EN 54-17:2009. – [Чинний від 2009-10-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2009. – 26 с. – (Національний стандарт України).
34. Системи пожежної сигналізації. Частина 18. Пристрої вводу-виводу (EN 54-18:2005, IDT) : ДСТУ EN 54-18:2009. – [Чинний від 2009-10-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2009. – 20 с. – (Національний стандарт України).
35. Системи пожежної сигналізації. Частина 20. Сповісвачі пожежні димові аспіраційні (EN 54-20:2006, IDT) : ДСТУ EN 54-20:2009. – [Чинний від 2009-10-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2009. – 56 с. – (Національний стандарт України).
36. Системи пожежної сигналізації. Частина 21. Пристрої передавання пожежної тривоги та попередження про несправність (EN 54-21:2006, IDT) : ДСТУ EN 54-21:2009. – [Чинний від 2009-10-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2009. – 24 с. – (Національний стандарт України).
37. Системи пожежної сигналізації. Частина 24. Компоненти систем мовленнєвого оповіщення – Гучномовці. ДСТУ EN 54-24 (готується до видання).
38. Себенцов Д.А. Преимущества опросных адресных систем пожарной сигнализации / Д.А. Себенцов // Пожарная безопасность. – 2004. - № 2. – С. 14–17.
39. Дятченко А.А. Адресно-аналоговая система пожарной сигнализации "Радуга-240" / А.А. Дятченко // Системы безопасности. – Москва, 2007. – №4. – С. 150–152.
40. Хомяков Б.И. Интеграция систем автоматической пожарной защиты здания на основе адресно-аналоговых систем пожарной сигнализации / Б.И. Хомяков // Системы безопасности. – Москва, 2006. – № 2. – С. 130–133.
41. Юлдашев Р.В. Дополнительные возможности адресно-аналоговых систем / Р.В. Юлдашев // Системы безопасности. – Москва, 2007. – № 4. – С. 165–167.
42. Кирш Л.В. Концепция полного горячего резервирования системы "Интеграл" компании Schrack Seconet AG / Л.В. Кирш // F+S: Технологии безопасности и противопожарной защиты. – Киев, 2008. – № 3(33) – С. 50–51.
43. Машовец А.Н. Тенденция развития беспроводных пожарных и охранных систем / А.Н. Машовец // Пожарная автоматика. – Москва. – 2007. – С.98–100.
44. Михаил Левчук. Пожарная часть радиосистемы "Стрелец" / М. Левчук // Security. – Київ, 2009. – № 1(2). – С. 60–61.
45. Макаров С.Б. Устойчивость систем пожарной сигнализации к электромагнитным помехам / С.Б. Макаров // Системы безопасности. – Москва, 2009. – № 2. – С. 170-172.
46. Неплохов И.Г. Надежность систем пожарной сигнализации / И.Г. Неплохов // ОПС. Охранная и охранно-пожарная сигнализация. – 2008. – С.27–30.
47. Овчинников В.В. Система самотестирования пожарных извещателей. Извещатели с подтверждением исправности / В.В. Овчинников // БДИ. – 2005. – № 2. – С. 54-57.
48. Стив Скорфилд. Мультисенсор - эффективное решение проблемы ложных срабатываний систем пожарной сигнализации / Стив Скорфилд // Системы безопасности. – Москва, 2006. – № 5. – С. 128–132.
49. Щипицын С.М. Без компромиссов. Обнаружение пожароопасной ситуации – это всегда компромисс между эффективностью обнаружения и уровнем ложных тревог / С.М. Щипицын // Пожарная автоматика – Россия, 2007. – С. 132–133.
50. Щипицын С.М. Эффективность обнаружения пожароопасной ситуации // С.М. Щипицын // Системы безопасности. – Москва, 2008. – №4. – С. 186–189.
51. Неплохов И.Г. Противопожарные системы: два столетия эволюции / И.Г. Неплохов // Системы безопасности. – Москва, 2008. – № 2. – С. 35–42.

52. Себенцов Д. А. Дымовой? Тепловой? Комбинированный? Проблема выбора типа пожарного извещателя для вашего объекта / Д. А. Себенцов // Алгоритм безопасности. – 2005. – № 5. – С. 50–57.
53. Неплохов И.Г. Интеллектуальное развитие пожарных извещателей / И.Г. Неплохов // Грани безопасности. – 2007. – № 6(48). – С. 25–32.
54. Неплохов И.Г. Аспирационные извещатели: классификация и характеристики / И.Г. Неплохов // Системы безопасности. – Москва, 2007. – № 1. – С. 92–98.
55. Неплохов И.Г. Новые возможности противопожарной защиты – аспирационные пожарные извещатели / И.Г. Неплохов // Грани безопасности. – Москва, 2006. – № 3(39). – С. 85–91.
56. Неплохов И.Г. Аспирационные системы пожарной сигнализации: сверххранное обнаружение возгорания / И.Г. Неплохов // БДИ – 2006. – № 1.
57. Щипицын С.М. Линейные пожарные извещатели / С.М. Щипицын // Системы безопасности. – Москва, 2008. – № 3. – С. 192–193.
58. Линейные тепловые пожарные извещатели // Системы безопасности. – Москва, 2006. – № 6. – С. 142–146.
59. Линейные пожарные дымовые извещатели (ИПДЛ) // Системы безопасности. – Москва, 2004. – № 6. – С. 92–94.
60. Стив Скорфилд. Мировые тенденции развития дымовых линейных пожарных извещателей / Стив Скорфилд // Системы безопасности. – Москва, 2004. – № 6. – С. 86–88.
61. Яцишин С.П. Пожежні сповіщувачі, як засоби інформаційно-вимірювальної техніки / С.П. Яцишин, Б.П. Яцишин // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. – Львів: ЛДУБЖД, 2010. – №4. – С. 70–74.
62. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического регулирования / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. – 3-е изд. – М. : Наука, 1975. – 768 с.
63. Кушнір А.П. Реалізація пожежного сповіщувача за використанням нечіткої логіки / А.П. Кушнір, Б.Л. Копчак // Пожежна безпека : зб. наук. праць. – Львів: ЛДУ БЖД, УкрНДПБ МНС України, 2009. – № 12. – С. 102–108.
64. Неплохов И.Г. Что придет на смену дымовым пожарным извещателям? / И.Г. Неплохов // Алгоритм Безопасности. – 2007. – № 4. – С. 44–47.
65. Извещатели "Пульсар" – простое решение сложных задач // Системы безопасности. – Москва, 2008. – № 3. – С. 170–181.
66. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилинский, Л. Рутковский. – М. : Горячая линия – Телеком, 2004. – 452 с.: ил.
67. Фоменко А.А. Точечные максимальные тепловые пожарные извещатели: особенности построения и применения / А.А. Фоменко // Си-

- стемы безопасности. – Москва, 2007. – № 5. – С. 118–127.
68. Липов В. Как защититься от пожара / В. Липов // Пожарная автоматика. – Розсиц, 2007. – С. 112–113.
69. Рукин М.В. Тепловые взрывозащищенные пожарные извещатели, – назначение, особенности, дополнительные возможности / М.В. Рукин // Скрытая Камера – 2003. – № 6-7. – С. 78–83.
70. Тепловые пожарные извещатели // Системы безопасности. – Москва, 2004. – № 1. – С. 46–50.
71. Членов А.Н. Современные тепловые пожарные извещатели: основные характеристики и особенности применения / А.Н. Членов // Системы безопасности. – Москва, 2004. – № 1. – С. 43–44.
72. Липов В. Как защититься от пожара / В. Липов // Пожарная автоматика. – Розсиц, 2007. – С. 112–113.
73. Хомяков Б.И. Точечные оптические дымовые пожарные извещатели / Б.И. Хомяков // Системы безопасности. – Москва, 2007. – № 4. – С. 126–136.
74. Неплохов И.Г. Двухдиапазонный дымовой пожарный извещатель / И.Г. Неплохов // Системы безопасности. – Москва, 2008. – № 3. – С. 186–190.
75. Хомяков Б.И. Точечные оптические дымовые пожарные извещатели / Б.И. Хомяков // Системы безопасности. – Москва, 2007. – № 4. – С. 126–136.
76. Неплохов И.Г. Дымовые пожарные извещатели для пыльных зон / И.Г. Неплохов // БДИ. – 2007. – № 1.
77. Неплохов И.Г. Защита пыльных зон дымовыми пожарными извещателями / И.Г. Неплохов // Грани безопасности. – Москва, 2006. – № 6(42). – С. 35–41.
78. Неплохов И.Г. Комбинированные пожарные извещатели / И.Г. Неплохов // Системы безопасности. – Москва, 2007. – № 6. – С. 136–146.
79. Членов А. Н. Автоматические пороговые комбинированные пожарные извещатели / А.Н. Членов, М.В. Землянухин // Системы безопасности. – Москва, 2004. – № 5. – С. 36–37.
80. Стив Скорфилд. Мировые тенденции развития рынка пожарных извещателей / Стив Скорфилд // Системы безопасности. – Москва, 2004. – № 1. – С. 36–41.
81. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи / [М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський, В.Б. Клепиков та ін.] ; за ред. М.Г. Поповича, О.Ю. Лозинського. – Київ: Либідь, 2005. – 680 с.
82. Леоненков В.А. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy ТЕСН / В.А. Леоненков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2003. – 736 с.: ил.
83. Яцишин С.П. Пожежні сповіщувачі. Засади оптимізації роботи та алгоритми прийняття рішень / С.П. Яцишин, І.П.Микитин, І.П.Кравець // Пожежна безпека : зб. наук. праць. – Львів: ЛДУБЖД.

- 2010. – № 17. – С. 14-19.
84. Яцишин С.П. Интеллектуальный пожарный оповещатель с самовідновлюваними характеристиками / С.П. Яцишин, І.П.Микитин // Пожежна безпека : зб. наук. праць. – Львів: ЛДУБЖД. – 2011. – № 18. – С. 178-183.
85. Дьяконов В. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем : специальный справочник / В. Дьяконов, В. Круглов. – СПб. : Питер, 2002. – 448 с.
86. Правила улаштування та експлуатації систем оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей в будинках та спорудах : НАПБ А.01.003-2009. – (Наказ Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи №338 від 18.05.2009).

*Навчальний посібник*

**КУШНІР Андрій Петрович**

## **АВТОМАТИЧНІ СПОВІЩУВАЧІ СИСТЕМ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ**

Літературний редактор    Галина Падик

Друк на різнографі    Маріанна Климус

Технічний редактор, верстка  
та відповідальний за випуск    Олександр Хлевной

Підписано до друку 19.09.2012 р.  
Формат 60×84/16. Гарнітура Times New Roman.  
Друк на різнографі. Папір офсетний. Наклад: 200.  
Ум. друк. арк. 11,6. Обл.вид.арк. 11,5.

Друк ЛДУ БЖД  
79007, Україна, м. Львів, вул. Клепарівська, 35  
тел./факс: (032) 233-32-40, 233-24-79  
ndr@ubgd.lviv.ua