

**Національний університет цивільного захисту України**  
**Кафедра автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Начальник кафедри  
полковник сл. цив. захисту  
О.А. Дерев'янка  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2018 р.

**Лекція № 1**  
з дисципліни "Автоматичні системи забезпечення протипожежного захисту"

**Розділ 1**

**Перевірка проектів автоматичних систем  
протипожежного захисту на відповідність вимогам  
нормативних документів**

**Тема 1**

**Перевірка проектів автоматичних систем протипожежного  
захисту на відповідність вимогам нормативних документів**

|                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Тема лекції</b><br/><b>Напрямки розвитку та удосконалення сучасних систем автоматичного<br/>протипожежного захисту</b></p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Лекція обговорена на засіданні кафедри  
Протокол № 1 від \_\_\_\_\_ 2018 р.

ХАРКІВ - 2018

План лекції.

Вступ.

1. Структура автоматичних систем протипожежного захисту високоризикового об'єкта.
2. Принципи побудови автоматичних систем протипожежного захисту.
3. Основні тенденції вдосконалення систем автоматичного протипожежного захисту.

**Вступ.**

Щорічно в Україні відбувається близько 50 тисяч пожеж, на яких гине понад 3,5 тисяч людей. Таких же утрат щорічно зазнавав СРСР у період воєнних дій в Афганістані. В основі багатьох причин пожеж і вибухів лежить недооцінка їх небезпеки (високої ймовірності виникнення і важких наслідків), що породжує недостатню увагу до проблеми забезпечення пожежовибухобезпечності з боку урядових і виборних органів, конструкторів, будівельників, керівників та власників підприємств.

Забезпечення прийнятних рівнів пожежовибухобезпечності високоризикових об'єктів вимагає проведення цілого комплексу заходів, у тому числі:

- модернізації і заміни застарілого виробничого технологічного устаткування, яке не має високої надійності;
- поліпшення оснащення об'єктів технічними засобами пожежовибухобезпечності, підвищення їхньої якості, широке впровадження автоматики;
- підвищення відповідальності конструкторів, будівельників і персоналу об'єктів за дотримання вимог пожежовибухобезпечності;
- підвищення професійного рівня працівників служб МНС;
- поліпшення наглядово-профілактичної діяльності в системі пожежовибухобезпечності міст, регіонів і об'єктів.

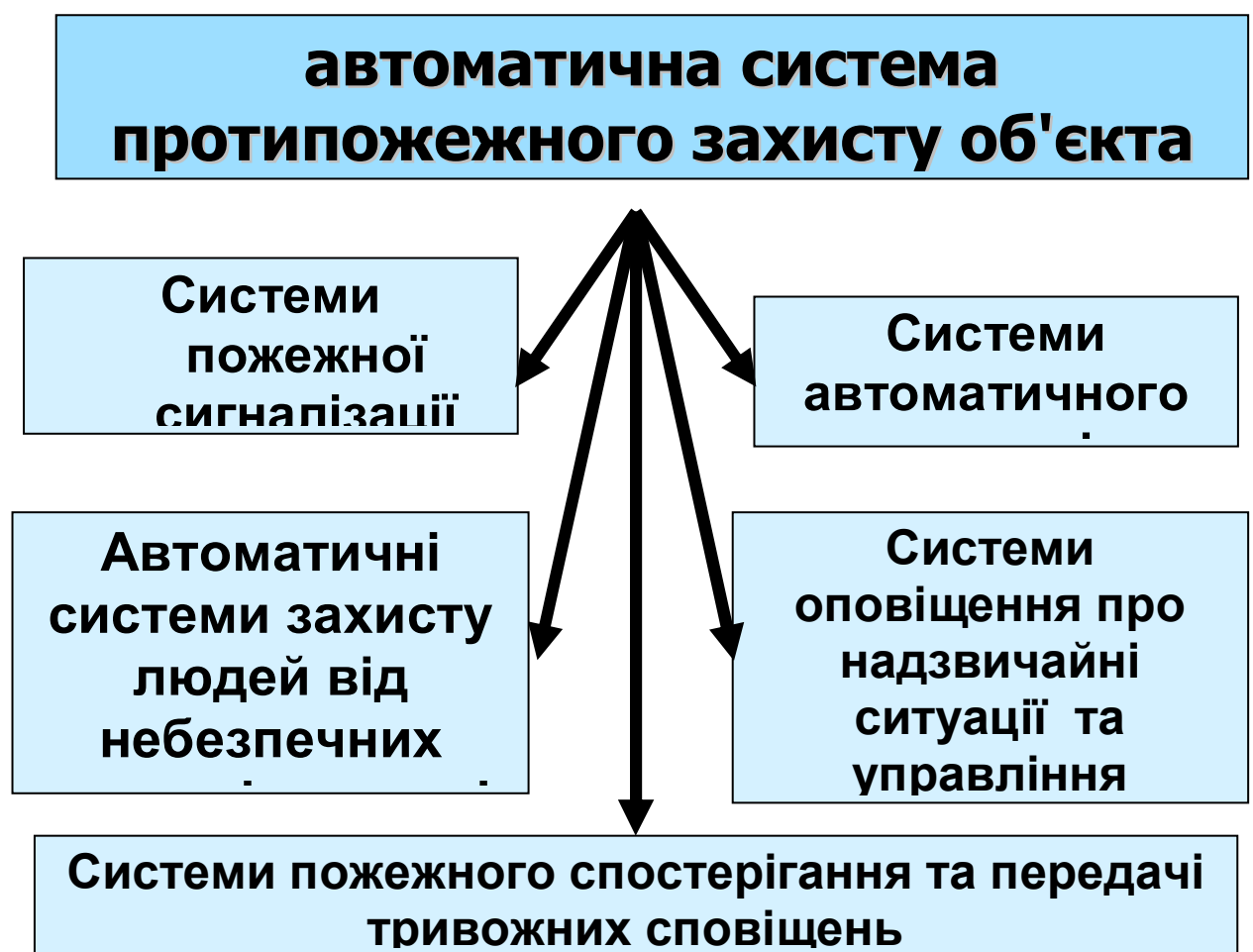
У цьому комплексі заходів особливо слід виділити необхідність підвищення рівня автоматизації, якості інформатизації та управління, з метою їх ув'язання в єдину систему і забезпечення погодженого функціонування, раціонального використання ресурсів, інтенсифікації й оптимізації діяльності всієї системи пожежовибухобезпечності, її функціональної інтеграції з іншими системами і службами безпеки.

*За 2012 рік на території України сталося 3,5 тыс пожеж на об'єктах, обладнаних пожежною автоматикою, з них лише у 16 випадках пожежна автоматика не спрацювала, що становить 0,46%. Такий показник засвідчує належну якість обслуговування систем та засобів пожежної автоматики.*

## **Питання 1. Структура автоматичних систем протипожежного захисту високоризикового об'єкта.**

Автоматичні системи протипожежного захисту високоризикового об'єкта являє собою складну сукупність взаємопов'язаних заходів, сил і засобів, у якій ключову роль відіграє автоматизація, яка дозволяє підвищити ефективність захисту людей і матеріальних цінностей від загрози пожеж і вибухів.

**Автоматична система протипожежного захисту** - це сукупність технічних засобів призначених для автоматичного виявлення пожежі та оповіщення про неї людей, гасіння, видалення небезпечних чинників і мінімізації наслідків від пожежі на об'єкті.



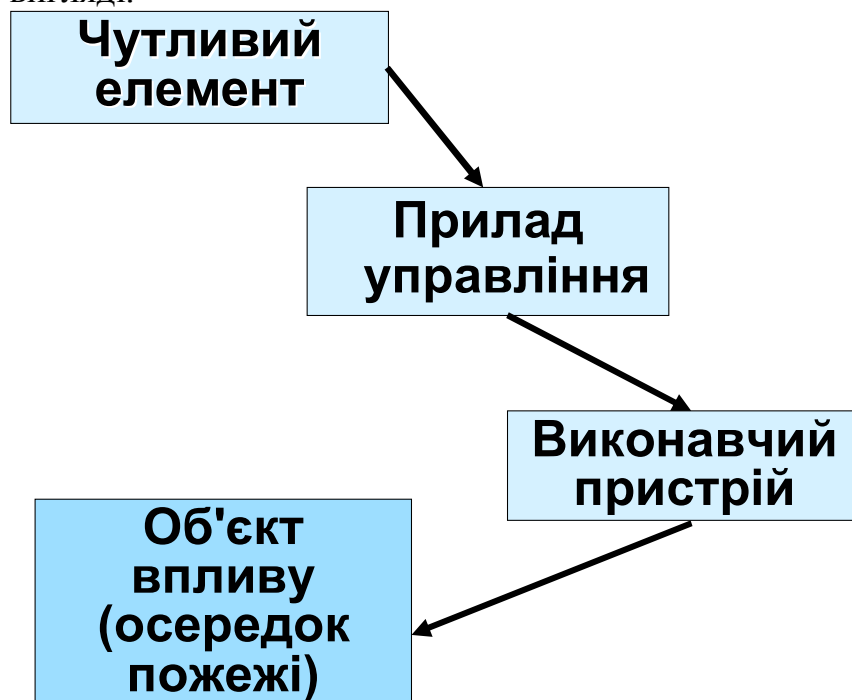
Поняття "автоматизація" на даний час має двоякий зміст. Це поняття виникло після створення автоматики, що керує процесами без особистої участі людини, і задовго до появи електронної обчислювальної техніки, означаючи впровадження автоматичних пристроїв і систем.

Поява, стрімкий розвиток і широке впровадження в практику електронної цифрової обчислювальної техніки в останні десятиліття дозволило, з одного боку, істотно розширити можливості створення і сферу

застосування автоматичних пристроїв і систем, підвищити їх ефективність і, з іншого боку, створити зовсім новий вид технічних систем - автоматизовані системи (так звані людино-машинні, людино-комп'ютерні системи), які вирішують різного роду завдання в режимі діалогу людини з комп'ютером, при якому остаточні рішення приймає людина - ОПР (особа, яка приймає рішення).

З появою автоматизованих систем (АС) поняття "автоматизація" втратило свій початковий зміст і означає впровадження не тільки автоматичних пристроїв і систем, але й автоматизованих систем. Тому, говорячи про автоматизацію будь-якого процесу, пристрою, системи, слід конкретизувати, про впровадження чого йдеться: автоматики або людино-машинних систем.

З класичної теорії автоматичного управління Вам відомо про існування трьох принципів управління, а саме, принцип управління по збуренню, принцип управління по відхиленню та комбінований принцип, який поєднує переваги двох попередніх. При побудові сучасних систем пожежної автоматики частіш за все використовують принцип управління за збуренням, в зв'язку з цим структурна схема такої системи може бути представлена в наступному вигляді.

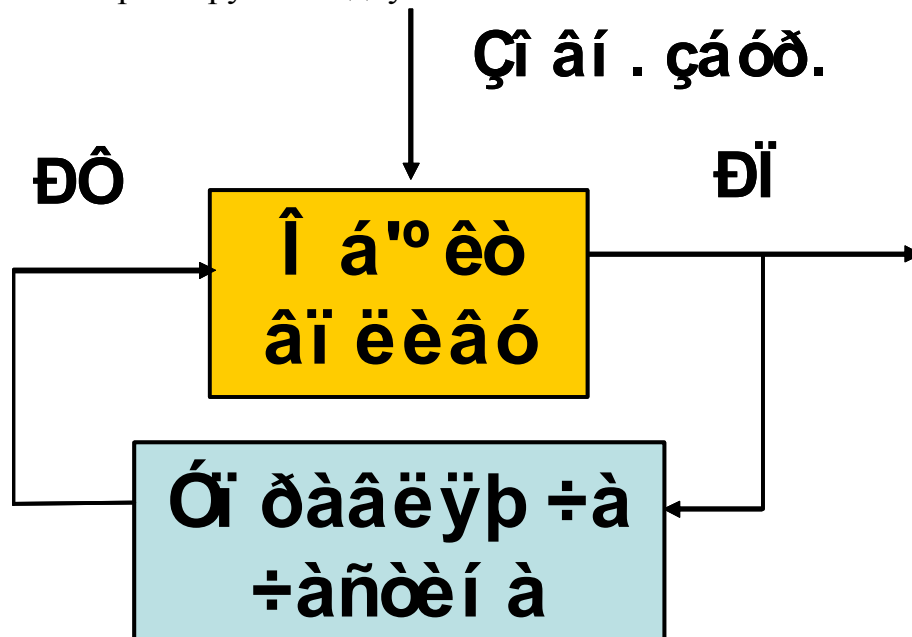


Представлена структурна схема відноситься до так званих розімкнутих систем. **Перевагою такої системи** є її висока швидкодія, сигнали управління в такій системі починають змінюватись одночасно зі зміною зовнішніх впливів, наприклад температури, або оптичної щільності оточуючого середовища. При цьому не обов'язково, що сигнал від виконавчого пристрою до об'єкту впливу відхиляється від заданого значення.

**Недоліком розімкнутої системи** є низька статична точність. Справа в тому, що для забезпечення високої точності управління необхідно слідкувати за великою кількістю зовнішніх впливів, наприклад, при контрольованому параметрі — температура оточуючого середовища, необхідно також

враховувати сезонні зміни температури, а також вплив систем опалення, або технологічного устаткування. В такому випадку потрібно мати інформацію про швидкість зміни контрольованого параметру, або навіть про його прискорення. В такому разі прилад управління повинен мати обчислювальний пристрій, що реалізує згадані функції, а це ускладнює систему і може бути реалізовано лише з застосуванням мікропроцесорної техніки.

Розглянутого недоліку позбавлена замкнута система управління. Але разом з тим її слабким місцем є обмежені динамічні можливості (а саме швидкодія системи), викликані тим, що управляюча частина системи починає працювати при наявності помилки управління, то б то тоді, коли зміна регульованого параметру вже відбулась.

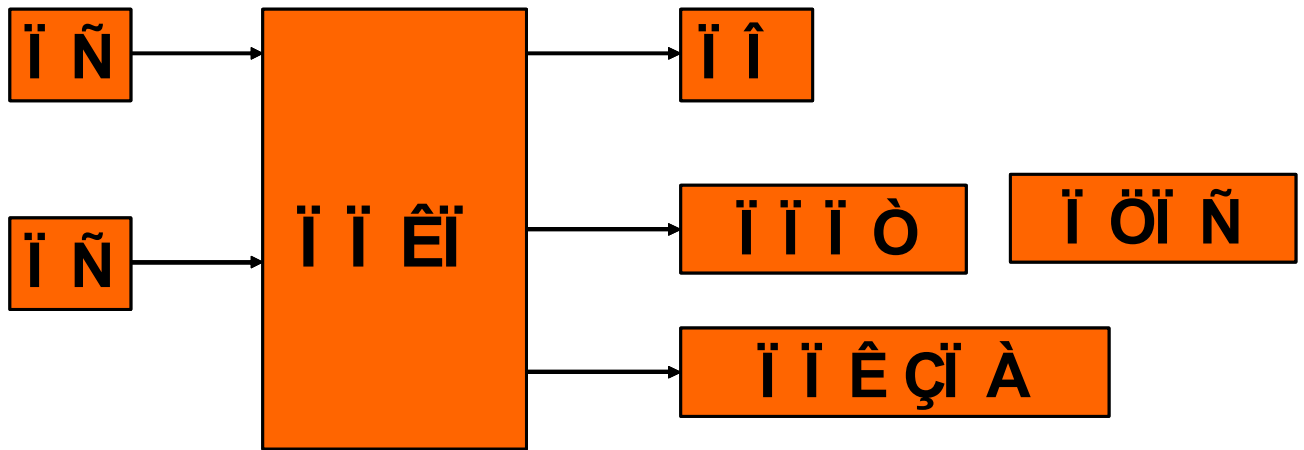


Реалізація комбінованого принципу управління дозволяє позбутися наведених недоліків обох систем і в повній мірі використовувати їх переваги, але на жаль в сучасних системах пожежної автоматики поки що не застосовується

## Питання 2. Принципи побудови сучасних систем автоматичного протипожежного захисту

Під системою пожежної сигналізації будемо розуміти сукупність технічних засобів, призначених для виявлення пожежі, обробки і надання у заданому вигляді повідомлення про пожежу на об'єкті, що захищається, спеціальної інформації, а також для видачі команд на включення автоматичних установок пожежогасіння та управління іншими технічними засобами.

До складу будь-якої системи пожежної сигналізації входять пожежні сповіщувачі, приймально-контрольні прилади, світлові та звукові пожежні оповіщувачі, технічні засоби передачі інформації до пультів централізованого спостереження, пультів зв'язку пожежних частин та інше.



Структура системи пожежної сигналізації з централізацією:

ПС – пожежний сповіщувач; ППКП – пожежний приймально-контрольний прилад; ПО– пожежний оповіщувач; ППРТ – пристрій передачі пожежної тривоги; ПЦПС – пульт централізованого пожежного спостереження; ППК  
ЗПА – пожежний пристрій керування засобами пожежної автоматики

### 3. Основні тенденції вдосконалення систем автоматичного протипожежного захисту

Для пожежної сигналізації головне - це розумний компроміс між двома завданнями:

не видати помилкового повідомлення про пожежу;  
відреагувати на наявність факторів пожежі.

Функцію визначення факторів пожежі й передачі тривожного повідомлення виконують пожежні сповіщувачі, а приймально-контрольний прилад повинен уміти надійно детектувати це повідомлення й ухвалити рішення щодо того, яким образом реагувати на нього, щоб уникнути можливих втрат як від самої пожежі, так і від наслідків роботи засобів пожежної автоматики.

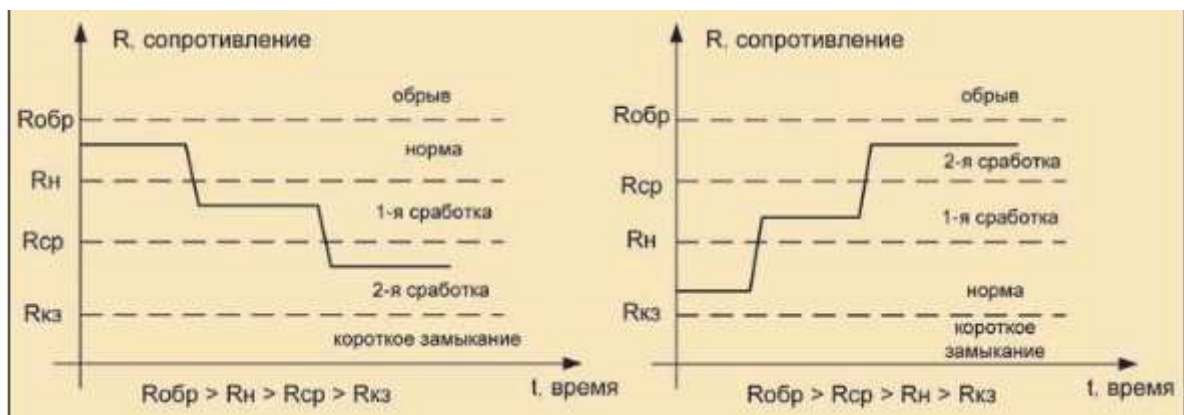
Можливість автоматичного скидання пожежного сповіщувача для повернення його у вихідний стан після спрацювання. Ця можливість надзвичайно важлива для реалізації функції верифікації (перезапиту) сповіщувача, що спрацював у шлейфі. Сповіщувачі не ідеальні й можуть формувати помилкові повідомлення про пожежу. Щоб упевнитися в тім, що повідомлення не помилкове, прилад скидає сповіщувач і очікує його повторного спрацювання. Лише після повторного спрацювання приймається рішення про наявність у приміщенні небезпеки пожежі.

Можливість виявлення декількох сповіщувачів, що спрацювали, в одному шлейфі. Як відомо, апаратура системи пожежної сигналізації при спрацюванні не менш двох пожежних сповіщувачів повинна формувати команди на керування автоматичними установками пожежогасіння, або димовидалення, або оповіщення про пожежу, або керування інженерним

устаткуванням об'єктів. Для шлейфів, які можуть розрізняти спрацьовування одного, двох і більше сповіщувачів, введене спеціальне позначення: двопорогові. Використання двопорогових шлейфів дозволяє заощадити на кількості сповіщувачів, установлюваних в одному приміщенні (три сповіщувачі в одному шлейфі, замість чотирьох у двох шлейфах для однограничних ШС), а також заощадити на проводах показані. На мал. 3 показані схеми й діаграми двопорогових пожежних ШС.

Як ми вже відзначали, списувати з рахунків традиційні радіальні системи сигналізації передчасно. У числі перспективних завдань - подальше розширення функціональності таких систем з погляду інтеграції з інженерними системами об'єктів. Розвиток так званої технологічної сигналізації на апаратній базі існуючих систем пожежної сигналізації виправдане тим, що більша частина інженерного встаткування (насоси, клапани, засувки та ін.) має контактні виходи, що ідеально підходять для включення в радіальні шлейфи сигналізації. Крім того, постійно ведуться роботи, спрямовані на підвищення надійності провідних радіальних систем. Тут можна виділити три тридцятилітні частини, кожна з яких вносить свій внесок у загальний показник надійності:

- сповіщувач;
- провідний шлейф, як канал зв'язку;
- приймально-контрольний прилад.



Оглянувшись приблизно на 10 років тому, ми побачимо, який шлях розвитку пройшли сповіщувачі і яка величезна робота була пророблена. Якщо зовні конструкція сповіщувачів змінилася незначно, то внутрішнє наповнення еволюціонувало досить істотно. Використання мікроконтролерів дозволило застосувати математичні методи обробки сигналів від первинних перетворювачів, що реагують на фактори пожежі або тривоги. Це дозволяє відфільтровувати випадкові похибки, регулювати при необхідності рівень граничного значення фактора тривоги й накопичувати дані про його зміну із часом. Розвинені функції самодіагностики димових пожежних сповіщувачів дозволяють зараз детектувати несправність оптичного каналу або несправності власної схеми сповіщувача, запобігаючи формуванню помилкових сигналів про пожежу. Подальше підвищення надійності роботи

сповіщувачів, багатофакторне визначення тривоги/пожежі, використання нових методів і алгоритмів роботи обумовлюють шляхи їхнього розвитку. Слідом за сповіщувачами не менший шлях розвитку пройшли й приймально-контрольні прилади. Але самим "нерозвиненим" сегментом радіальних систем залишається властиво шлейф, як канал зв'язку між сповіщувачами й приймально-контрольним приладом. Зараз мати двопровідну лінію для передачі бінарного стану - недозволена розкіш. У далекій перспективі, коли вартість адресно-аналогового сповіщувача наблизиться до вартості традиційного граничного сповіщувача, радіальні системи поступляться свої позиції, але в близькій перспективі, поки вартість адресних систем досить висока, широкої альтернативи радіальним системам немає. Але це твердження не означає, що радіальні системи не будуть розвиватися.

Уже зараз на ринку є гібридні системи, що сполучають у собі достоїнства адресних і граничних систем. У таких гібридних системах, називаних опитними адресно-граничними, реалізовані наступні достоїнства адресних систем:

- визначення місця загоряння з точністю до місця установки сповіщувача;
- перевірка працездатності й автоматична ідентифікація кожного несправного сповіщувача;
- вказівка на необхідність технічного обслуговування сповіщувача;
- можливість розгалуження шлейфа;
- відсутність необхідності обривати шлейф при добуванні сповіщувача з розетки.

Перспектива розвитку радіальних систем полягає в сполученні в рамках одного приладу звичайних граничних шлейфів і опитних адресно-граничних шлейфів сигналізації. За вартістю один адресно-граничний сповіщувач, імовірно, буде порівняний з вартістю двох традиційних граничних сповіщувачів, але для невеликих і середніх об'єктів їхнє застосування дозволить удешевити систему в цілому. При наявності функції контролю справності допускається установка одного сповіщувача в приміщенні замість двох звичайних граничних.

Можна зробити наступні висновки:

- для малих і середніх об'єктів радіальні системи ОПС із погляду витрат, надійності й функціональності є найбільш раціональним рішенням;
- використання механізмів захисту від саботажу охоронних зон потенційно знижує ризик матеріальних втрат;
- верифікація стану пожежних сповіщувачів, а також облік впливу перехідних процесів у пожежних шлейфах здатні мінімізувати кількість помилкових сигналів про пожежу;
- застосування двопорогових пожежних шлейфів дозволяє оптимізувати витрати на матеріали й устаткування;



- перспективний напрямок розвитку радіальних систем ОПС: опитні адресно-граничні системи.

#### Системи пожежогасіння.

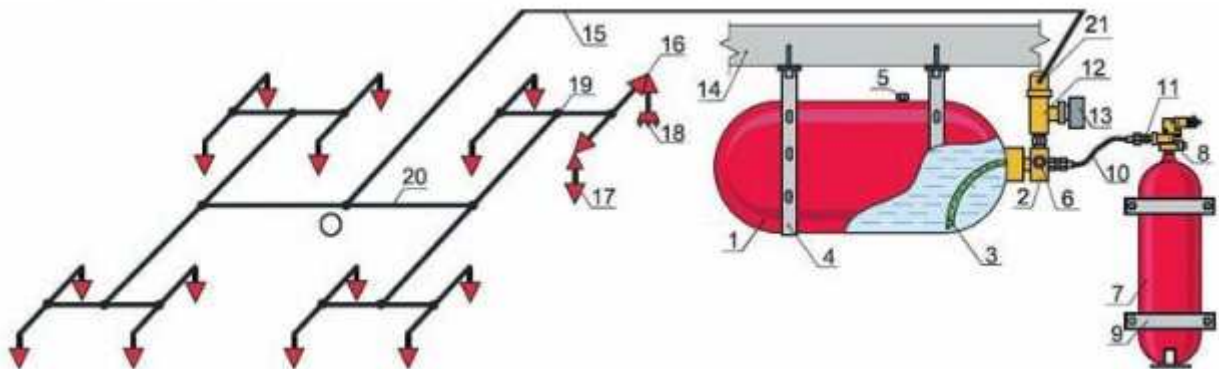
Найпоширенішими системами пожежогасіння є системи, у яких як вогнегасна речовина використовується вода, що обумовлено наступними її особливостями:

- вода має унікальні фізико-хімічні властивості, що забезпечує високу вогнегасну ефективність пожежогасіння;
- для води, що є основою процесів життєдіяльності людини, існують надійні засоби доставки;
- вартість води відносно низька, а запаси її на Землі практично невичерпні;
- вода безпечна для людей.

У тих випадках, коли особливості об'єкта не накладають ніяких істотних обмежень і в приміщеннях не зберігаються дорогі матеріальні цінності, звичайно використовують водяні системи пожежогасіння.

Однак на практиці часто зустрічаються об'єкти, особливості яких повністю виключають або значною мірою утрудняють застосування спринклерних і дренчерних систем пожежогасіння. Найбільш істотними особливостями є:

- відсутність або недостатня величина водоподачі для системи пожежогасіння;
- неможливість розміщення водного резервуара;
- недостатня міцність перекриттів будинку й неможливість здійснювати дренаж;
- недостатня величина тиску в системі водопостачання й неможливість установки насосів, що підвищують тиск;
- відсутність необхідних потужностей по енергопостачанню;
- наявність на захет об'єкті, що, матеріальних цінностей, які можуть бути наведені в непридатність у випадку застосування для пожежогасіння великої кількості води;
- низька температура.



Відзначимо також і недоліки систем пожежогасіння, що застосовують як вогнегасна речовина воду. Основний недолік - низька ефективність використання вогнегасної речовини, у результаті чого надлишкова кількість, що проливається при гасінні, води наносить додатковий матеріальний збиток об'єкту. Стаціонарні спринклерні, дренчерные системи, а також пожежні стовбури споживають велика кількість води (більше 0,08 л м<sup>2</sup>/с); потрібно забезпечити нормативні характеристики по водоподаче або використовувати ємності й резервуари. Звичайне розпилення з діаметром крапель від 0,4-2 мм викликає проливи, по характері близький до затоплення одного або декількох приміщень. Часто збиток, наносимий засобами гасіння пожеж (а саме водою), буває більше втрати, заподіяного самою пожежею.

У наш час все більше застосування знаходить метод гасіння тонкораспиленою водою (ТРВ). Технологія гасіння ТРВ відома з 1950-х рр., а самі системи на території РФ почали впроваджуватися з початку 1990-х рр. Розглядаючи механізм гасіння ТРВ, можна виділити 3 фактора, що забезпечують високу ефективність процесу пожежогасіння ТРВ. По-перше, тонкораспилена вода являє собою сукупність дрібних крапель, середній діаметр яких становить менш 150 нанометрів. При цьому сумарна поверхня крапель набагато більше, ніж при традиційних методах гасіння. Збільшується й сумарна площа випару дрібних крапель, і швидкість їхнього випару, що у свою чергу забезпечує інтенсивний теплоотвод із зони горіння. По-друге, відбувається швидкий випар водяної пари й витиснення кисню із зони горіння.

Системи пожежогасіння ТРВ є одними із самих перспективних. Це обумовлено їхніми перевагами:

- висока вогнегасна ефективність при мінімальній витраті води, що становить порядку 1-1,5 л/м<sup>2</sup>;
- автономність установки (система не вимагає підведення яких-небудь комунікацій і джерел енергії);
- висока здатність ТРВ захоплювати й осаджувати частки диму, що істотно знижує необхідність використання систем димовидалення;
- хімічна нейтральність стосовно матеріалам;
- універсальність стосовно об'єктам;
- екологічна чистота й нешкідливість для людини;
- економічна ефективність;
- простота монтажу й експлуатації.

Застосування модульних установок пожежогасіння ТРВ для захисту об'єктів дозволяє оптимальним образом захистити об'єкт, а в ряді випадків є єдиною прийнятним варіантом там, де матеріальні цінності не можна гасити більшою кількістю води. Особливо важливий цей аргумент при захисті архівів, музеїв, складів з електронним устаткуванням, об'єктів з дорогими інтер'єрами й т.п.

Застосовувані установки пожежогасіння ТРВ є автономними й не вимагають для роботи джерел води й електроенергії, прості в обслуговуванні й за вартістю порівнянні зі спринклерними й дренчерними системами. Ефективність пожежогасіння ТРВ у багато разів вище, ніж простою водою, тому для гасіння потрібно значно менша кількість води, що зберігається в самій установці МУП ТВ. При гасінні матеріальні цінності у меншому ступені піддаються впливу води, і при цьому не потрібна система відводу води й дренажу.

Принцип роботи модульної установки пожежогасіння тонкораспиленою водою (рис. ) полягає в наступному: при виникненні пожежі електричний імпульс від системи пожежної сигналізації об'єкта надходить на ЗПУ 8 (запірно-пусковий пристрій), установлене на пусковому балоні з газом-вытеснителем 7, відбувається спрацьовування пристрою й відкриття ЗПУ. У результаті цього газ-витискувач із пускового балона через рукав високого тиску 10 і сифонну трубку 3 надходить у посудину для зберігання ОТВ 1. Внаслідок підвищення тиску в ємності з ОТВ вогнегасну речовину надходить у формувач газожидкостной суміші 2, що установлений у горловині посудини 1 і забезпечує одержання газожидкостной суміші необхідного співвідношення. Потім отримана суміш надходить по живильному трубопроводі 15 через розподільний трубопровід 20 установки пожежогасіння й далі через зрошувачі 17 на захет плется, що, приміщення. Контроль за випуском ОТВ із ємності здійснюється дистанційно за допомогою сигналізатора тиску 13. У випадку перевищення тиску в посудині з ОТВ понад припустимий спрацьовує скидальний запобіжний клапан 6. З метою рівномірного перекриття захет плется, що, мелкодисперсным вогнегасним составом кожен зрошувач може бути постачений пристроєм спрямованої доставки ОТВ для орієнтації зрошувачів у просторі 16.

Для захисту в протипожежному відношенні декількох приміщень малої й середньої невеликої площі застосовуються типові рішення й використовуються автономні установки пожежогасіння ТРВ. Для приміщень великої площі (більше 1000-1200 м<sup>2</sup>) є можливість організувати гасіння по зонах з використанням розподільних пристроїв і станції зберігання газу-вытеснителя (рис. 2). Виходячи з особливостей об'єкта, типу пожежного навантаження, можливих варіантів поширення загоряння пропонується розділити всю площу, що буде захищатися, на напрямки (секції) і пожежогасіння включати тільки в тривожному напрямку або в тривожному й суміжних з ним напрямках. Для захисту приміщення використовуються МУП ТВ агрегатизированного типу (із централізованим зберіганням пускового запасу газу). Система пожежної сигналізації визначає загоряння з точністю до напрямку (секції) і видає керуючий сигнал на соленоїдний клапан батареї з пусковим запасом газу й на розподільний пристрій тривожного напрямку (секції).

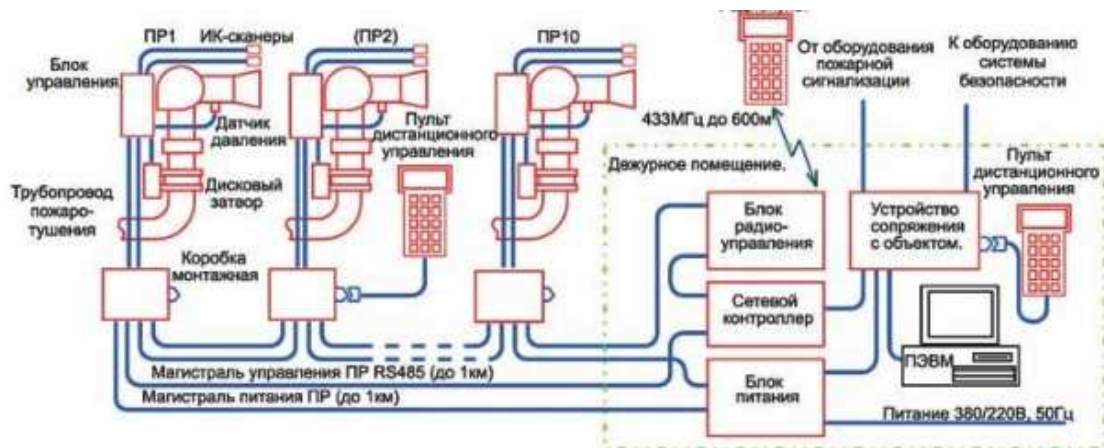
Область застосування автоматичних установок пожежогасіння значно збільшилася з появою АУП на базі роботизированих пожежних комплексів, що володіють широкими технічними можливостями, що дозволяють

застосовувати ці пристрої там, де традиційні спринклерні й дренчорні АУП малоефективні або марні, тобто у будинках і спорудженнях (ангари для літаків, спортивні й виставочні комплекси з перебуванням людей, склади різного призначення), а також на зовнішніх об'єктах (резервуарні парки ГСМ, естакади, вертолітні площадки, трансформаторні підстанції).

Основу РПК становлять пожежні роботи (ПР). Із всіх відомих на сьогоднішній день ПР (у тому числі андроидних і мобільних) пожежні роботи на базі лафетних стовбурів знайшли найбільш широке практичне застосування.

Пожежний робот — це автоматичний пристрій, що маніпулює пожежним стовбуром у сферичній системі координат, виконане на базі лафетного стаціонарного стовбура з дистанційним керуванням з фіксованою або рухливою установкою. ПР містять у собі пристрій виявлення загоряння й пристрій програмного керування. Вони призначені для гасіння й локалізації пожежі або охолодження технологічного встаткування й будівельних конструкцій, заміщають пожежного-ствольщика в місцях, небезпечних для життя.

Пожежні роботи відрізняються тим, що забезпечують більшу площу, що захищається. Для водопостачання використовується тільки магістральна мережа. Адресна доставка води й піни до місця загоряння здійснюється по повітрю. Вони можуть бути оснащені ІЧ-Сканерами для автоматичного виявлення загоряння й Тв-Камерами для відеоконтролю. Чутливість виявлення вогнища загоряння становить  $0,1 \text{ м}^2$  на відстані 20 м, а швидкість дії обчислюється секундами, причому координати розмірів вогнища загоряння визначаються в 3-мірній системі координат.



На базі пожежних роботів, об'єднаних магістраллю RS-485 з мережними контролерами й пристроями керування, формуються установки автоматичного пожежогасіння - роботизировані пожежні комплекси. Вся інформація про пожежогасіння реєструється відеокамерами й електронним протоколом з реєстрацією послідовності дій. У черговий час система перебуває в режимі самотестування й сама повідомляє про необхідність корекції по зазначеному нею адресі, підтримуючи себе в постійній бойовій готовності.