

На сучасному етапі значно загострюється проблема зменшення загальних втрат від пожеж. Наприклад, за даними [1] у США щорічно внаслідок пожежі гинуть близько 4-х тис. осіб та близько 20-25 тис. осіб травмуються або отруюються. Також пожежі наносять значних втрат оточуючому середовищу. Зниження вказаних втрат від пожеж можливе лише за рахунок їх своєчасного виявлення. Тому конструктивним напрямком вирішення цієї проблеми є раннє виявлення пожежі. Однак раннє виявлення пожежі за допомогою використання датчиків первинної інформації про пожежу (пожежних сповіщувачів) є неможливим, оскільки виявлення пожежі такими датчиками характеризується низькою достовірністю та оперативністю. У зв'язку з цим даний напрям інтенсивно досліджується в Японії, США, Німеччині, Україні та інших країнах.

Корисна модель належить до технологій протипожежного захисту, а саме до способів виявлення пожеж автоматичними пожежними сповіщувачами у приміщеннях, в яких мають місце невизначені та змінні за часом фонові фактори пожежі, що є аналогічними небезпечним факторам, що обумовлюються пожежею.

Відомий спосіб виявлення пожежі [2], що включає вимірювання за допомогою сповіщувачів рівнів оксиду вуглецю, вуглекислого газу та диму в повітряному середовищі, обчислення за часом темпів збільшення кожного з рівнів та генерування сигналу про пожежу, якщо один або більше показників темпу приросту рівнів вимірюваних факторів у повітряному середовищі перевищують заздалегідь визначені порогові показники приросту.

Недоліком такого способу є те, що сигнал про пожежу формується лише у випадку перевищення одного або більше показників темпу приросту рівнів вимірюваних факторів у повітряному середовищі порогових показників приросту. При цьому використання заздалегідь визначених порогів призводить до формування хибного сигналу про пожежу. Це обумовлює низьку достовірність виявлення пожежі, особливо у випадку застосування способу в умовах невизначеності та мінливості факторів повітряному середовища.

Найближчим аналогом корисної моделі є відомий спосіб виявлення пожежі [3], що включає встановлення початкового порогу, вимірювання поточних значень довільного небезпечного фактора пожежі, визначення значень поточного адаптивного порогу, обчислення різниці між поточним значенням небезпечного фактора пожежі та поточним обчисленим значенням адаптивного порогу, визначення асиметричної одиничної функції від обчисленої поточної різниці, усереднення поточної асиметричної одиничної функції за фіксованою вагою з урахуванням початкового порогу та визначення поточного математичного очікування від поточної асиметричної одиничної функції, що є чисельною оцінкою поточної ймовірності виявлення пожежі.

Недоліком способу [3] є те, що усереднення поточної асиметричної одиничної функції за фіксованою вагою здійснюють шляхом накопичення скінченної кількості значень поточної асиметричної одиничної функції за заданий інтервал часу, зважування цих значень за фіксованою вагою та обчислення середнього їх значення. Зважування скінченної кількості значень за фіксованою вагою означає, що ймовірності появи значень поточної асиметричної одиничної функції є однаковими. Крім цього, таке усереднення потребує використання деякого буферу накопичення значень щодо поточної асиметричної одиничної функції на заданому інтервалі часу. Це саме ускладнює реалізацію усереднення та знижує оперативність способу виявлення пожежі. При цьому допущення однаковості ймовірностей значень поточної асиметричної одиничної функції не дозволяє враховувати неоднаковість ймовірностей цих значень у невизначених та нестаціонарних умовах, характерних для більшості реальних пожеж. Неоднаковість ймовірностей поточних значень асиметричної одиничної функції у невизначених та нестаціонарних умовах та використання буферу накопичень поточних значень поточної асиметричної одиничної функції буде призводити в цілому до хибності обчислення усередненого значення щодо поточної асиметричної одиничної функції на інтервалі часу та зниження оперативності. При цьому похибка усереднення, що пов'язана з невідомістю реальної функції розподілу ймовірностей поточних значень асиметричної одиничної функції, буде знижуватиме точність та оперативність встановлення поточного порогу та призводити в цілому до зниження достовірності та оперативності виявлення пожежі у невизначених та нестаціонарних умовах.

Крім цього, недоліком даного способу [3] є те, що оцінка достовірності виявлення пожежі визначається математичним очікуванням від поточної асиметричної одиничної функції. Відомо, що обчислення математичного очікування випадкової величини потребує знання розподілу ймовірностей цієї величини. Однак у невизначених умовах, що змінюються у часі, розподіл ймовірностей поточних значень асиметричної одиничної функції не є відомим. Тому визначення математичного очікування від поточних значень асиметричної одиничної функції в невизначених умовах буде хибним. Це буде призводити до хибної оцінки достовірності виявлення пожежі у невизначених умовах за способом.

Недоліком способу [3] також слід вважати використання фіксованої ваги при усередненні поточної асиметричної одиничної функції. В загальному випадку значення ваги суттєво впливає на швидкість адаптації порогу. При цьому значення ваги повинно відповідати поточному рівню енергії небезпечного фактора, що вимірюється. Тому у невизначених та змінних за часом умовах фіксована вага може перевищувати або бути меншою за поточний рівень енергії небезпечного фактора. Це буде

призводити до зриву або зменшення швидкості адаптації порогу, що у цілому впливатиме на помилковість визначення адаптивного порогу та хибності виявлення пожежі.

Ще одним недоліком способу [3] є те, що встановлення початкового порогу у невизначених умовах, який забезпечував би задану швидкість адаптації, здійснюють без урахування поточного рівня відповідного небезпечного фактора пожежі та фонових факторів. Тому початковий поріг може бути значно більшим або меншим за дійсний поточний рівень відповідного небезпечного фактора пожежі та фонових факторів. Це призводитиме до затягування процесу адаптації порогу, що впливатиме на помилковість його визначення, і як наслідок - до хибності виявлення пожежі в цілому.

В основу корисної моделі поставлена задача створити спосіб виявлення пожежі, який у невизначених умовах, що змінюються за часом, в зоні розміщення пожежних сповіщувачів, мав би більшу точність і оперативність встановлення адаптивного порогу та визначення математичного очікування від поточних значень асиметричної одиничної функції. Це дозволить в цілому забезпечити достовірне (з меншою помилкою) і оперативне виявлення пожежі.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у відомому способі виявлення пожежі [3] початковий поріг адаптації встановлюють відповідно до початкової енергії небезпечного фактора пожежі з урахуванням фонових факторів, усереднення поточної асиметричної одиничної функції та обчислення математичного очікування поточної асиметричної одиничної функції здійснюють шляхом експоненціальної фільтрації поточної асиметричної одиничної функції за змінною у часі вагою, яка визначається оберненою поточною енергією відповідного небезпечного фактора, та експоненціальної фільтрації поточної асиметричної одиничної функції для визначення поточної достовірності виявлення пожежі. При цьому відповідну експоненціальну фільтрацію значень поточної асиметричної одиничної функції здійснюють із заданим та однаковим параметром улагоджування. Здійснення експоненціальної фільтрації із заданим параметром улагоджування не потребує знання функції розподілу поточних значень та дозволяє враховувати неоднакові та невідомі ймовірності їх поточних значень. Це дозволяє здійснювати стеження за невідомою зміною поточної енергії небезпечного параметру і розподілу ймовірностей поточних значень у невизначених та нестаціонарних умовах. Зазначене дозволяє підвищувати точність встановлення адаптивного порогу та оперативність і достовірність виявлення пожежі у невизначених та нестаціонарних умовах.

Адаптацію поточного порогу виявлення пожежі, згідно критерію тотожності поточних ймовірностей похибок виявлення пожежі, при цьому здійснюють обчисленням різниці між поточними значеннями вимірюваного небезпечного фактора пожежі та поточним порогом виявлення пожежі, що визначається шляхом експоненціальної фільтрації із заданим параметром улагоджування поточної асиметричної одиничної функції зі змінною за часом вагою, що визначається оберненою поточною енергією небезпечного фактора, та урахуванням встановленого початкового порогу. Встановлення початкового порогу здійснюють відповідно до початкової поточної енергії небезпечного фактора пожежі з урахуванням фонових факторів. При цьому оцінку поточної ймовірності виявлення пожежі здійснюють шляхом експоненціальної фільтрації із заданим параметром улагоджування поточної асиметричної одиничної функції.

Реалізація способу виявлення пожежі, згідно з корисною моделлю, у невизначених та нестаціонарних умовах за критерієм тотожності поточних ймовірностей похибок виявлення пожежі тільки на основі вимірюваних значень небезпечного фактора пожежі дозволяє в реальному часі на основі встановлення початкового порогу відповідно енергії небезпечного фактора пожежі з урахуванням фонових факторів та експоненціальної фільтрації зі змінною в часі вагою із заданим параметром улагоджування поточної асиметричної одиничної функції, чисельно оперативно оцінювати достовірність виявлення пожежі при її дійсній наявності. При цьому поточне чисельне значення оцінки достовірності (ймовірності) виявлення пожежі буде визначати рівень відповідної пожежної небезпеки в контрольованій зоні, що дозволить попереджати виникнення пожежі з відповідною достовірністю.

Корисна модель забезпечує підвищення достовірності та оперативності способу виявлення пожежі у невизначених та нестаціонарних умовах за рахунок підвищення точності адаптації поточного порогу до невизначених умов шляхом встановлення початкового порогу відповідно до енергії небезпечного фактора пожежі з урахуванням фонових факторів, експоненціальної фільтрації із заданим параметром улагоджування поточних значень асиметричної одиничної функції зі змінною у часі вагою, яка визначається оберненою поточною енергією відповідного небезпечного фактора, з урахуванням встановленого початкового порогу та одночасної оцінки в неперервному часі достовірності (ймовірності) правильного виявлення пожежі шляхом експоненціальної фільтрації із заданим параметром улагоджування поточних значень асиметричної одиничної функції. В цілому це дозволяє знижувати хибність раннього виявлення пожежі в невизначених та нестаціонарних умовах. Крім цього, реалізація способу виявлення пожежі не потребує знання поточної енергії небезпечного фактора пожежі, функції розподілу поточних значень асиметричної одиничної функції та їх накопичування на заданому інтервалі вимірювання, що дозволяє у невизначених та змінних за часом умовах здійснювати підвищення точності адаптації поточного порогу та чисельно оцінювати поточну

достовірність виявлення пожежі при її дійсній наявності.

На графічному зображенні представлена схема способу виявлення пожежі, де: 1 - неперервне вимірювання довільного небезпечного фактора пожежі відповідним сповіщувачем в зоні його розміщення; 2 - обчислення різниці між поточними значеннями вимірюваного фактора пожежі з поточним адаптованим порогом виявлення пожежі; 3 - визначення асиметричної одиничної функції від поточної різниці між поточним значенням вимірюваного фактора пожежі та поточним значенням адаптованого порога; 4 - оцінювання достовірності (ймовірності) виявлення пожежі шляхом експоненціальної фільтрації із заданим параметром улагоджування поточних значень асиметричної одиничної функції; 5 - здійснення експоненціальної фільтрації поточної асиметричної одиничної функції зі змінною в часі вагою, яка визначається оберненою поточною енергією відповідного вимірюваного 1 небезпечного фактора, та з урахуванням початкового порогу; 6 - встановлення початкового порогу виявлення пожежі відповідно до початкової поточної енергії небезпечного фактора пожежі з урахуванням фонових факторів; 7 - встановлення параметра улагоджування для експоненціальної фільтрації поточної асиметричної одиничної функції зі змінною в часі вагою та експоненціальної фільтрації поточних значень асиметричної одиничної функції щодо поточної оцінки достовірності виявлення пожежі.

Спосіб виявлення пожежі включає, неперервне вимірювання довільного небезпечного фактора пожежі 1 відповідним сповіщувачем в зоні його розміщення. Як сповіщувач можуть використовуватися, наприклад, датчик температури середовища, датчики, що вимірюють концентрацію небезпечних газових компонентів середовища, щільності диму та інших первинних або вторинних небезпечних факторів пожежі. Для вимірювань 1 сповіщувачем встановлюють початковий поріг 6, що визначається початковою поточною енергією небезпечного фактора пожежі з урахуванням фонових факторів, який адаптують до невизначених та нестаціонарних умов за критерієм тотожності поточних ймовірностей похибок виявлення пожежі. Для цього обчислюють різницю 2 між поточними значеннями вимірюваного фактора пожежі сповіщувачем 1 та адаптованим порогом виявлення пожежі 5, який визначають шляхом експоненціальної фільтрації із заданим параметром улагоджування поточної асиметричної одиничної функції 3 зі змінною в часі вагою, що визначається оберненою поточною енергією відповідного небезпечного фактора, та з урахуванням встановленого початкового порогу 6. Оцінювання поточної достовірності (ймовірності) виявлення пожежі 4 здійснюють шляхом експоненціальної фільтрації із заданим параметром улагоджування поточної асиметричної одиничної функції 3. Встановлюють заданий параметр улагоджування 7 для експоненціальної фільтрації 5 та 4.

Спосіб виявлення пожежі здійснюють наступним чином. Вимірюють відповідний не небезпечний фактор пожежі 1 в середовищі, де розміщується сповіщувач. Далі на основі поточних вимірювань сповіщувача обчислюють початкове значення енергії небезпечного фактора пожежі з урахуванням фонових факторів, та відповідно до визначеної енергії встановлюють початковий поріг, обчислюють поточну різницю 2 між поточними значеннями вимірювань та адаптованого порогу 5. При цьому адаптація поточного порогу 5 здійснюється шляхом експоненціальної фільтрації із заданим параметром улагоджування поточної асиметричної одиничної функції 3 зі змінною в часі вагою, що визначається оберненою поточною енергією відповідного небезпечного фактора, та з урахуванням встановленого початкового порогу 6. Одночасно з цим поточні значення асиметричної одиничної функції 3 використовують для визначення поточної оцінки достовірності (ймовірності) виявлення пожежі 4 шляхом експоненціальної фільтрації із заданим параметром улагоджування поточної асиметричної одиничної функції 3. Встановлення заданого параметра улагоджування експоненціальної фільтрації 7 для поточної асиметричної одиничної функції 3 зі змінною в часі вагою, що визначається оберненою поточною енергією відповідного небезпечного фактора, та з урахуванням встановленого початкового порогу 6 та поточної асиметричної одиничної функції в 4. При цьому операції 2-7 способу виконуються спеціалізованим мікропроцесором.

Таким чином, спосіб в цілому дозволяє підвищити достовірність та оперативність виявлення пожежі за рахунок зменшення похибок адаптації поточного порогу в невизначених та нестаціонарних умовах шляхом встановлення початкового порогу, який визначається початковою енергією небезпечного фактора пожежі з урахуванням фонових факторів, експоненціальної фільтрації із заданим параметром улагоджування поточної асиметричної одиничної функції зі змінною в часі вагою, що визначається оберненою поточною енергією відповідного небезпечного фактора, та з урахуванням встановленого початкового порогу та експоненціальної фільтрації із заданим параметром улагоджування поточної асиметричної одиничної функції. При цьому як небезпечні фактори можуть використовуватись не тільки небезпечні фактори пожежі, а й інші довільні фактори загрози, як злом, небезпечна температура устаткування, небезпечна швидкість потоку та рівня рідини, небезпечна концентрація газів тощо, що вимірюються у невизначених та нестаціонарних умовах в контрольованій зоні, де розміщуються відповідні датчики факторів загрози. Це означає, що спосіб забезпечує підвищення оперативності та достовірності виявлення загрози в невизначених та змінних за часом умовах порівняно з відомим способом. Крім цього, спосіб є більш простим в реалізації, що в цілому знижує вимоги до апаратних засобів, що реалізують такий спосіб.

Джерела інформації:

1. Зеркалов Д.В., Кацман М.Д., Ковтун А.І. Наукові основи цивільного захисту. - К.: Основа, 2014. 1117 с.

2. Patent United States № 7,142,105 B2, GSB 9/00. Fire alarm algorithm using smoke and gas sensors / Shin-Juh Chen; Assignee Southwest Sciences Incorporated, Santa Fe, NM (US). Appl. №: 11/056,811; Filed: Feb. 10, 2005; Date of Patent: Nov. 28, 2006.

3. Патент України № 149701, МПК (2021.01) G08B 17/00, G08B 19/00. Адаптивний спосіб виявлення пожежі / Поспелов Б.Б., Андронов В.А., Рибка Є.О., Самойлов М.О., Пономаренко Р.В., Яценко О.А., Безугла Ю.С., Григоренко Н.В.; заявник та патентовласник Національний університет цивільного захисту України. Заявка № u 202103376, 15.06.2020, опуб. 01.12.2021, Бюл. №48.

