

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 155227

СПОСІБ АДАПТИВНОГО ВИЯВЛЕННЯ ПОЖЕЖІ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей  
31.01.2024.

Директор  
Державної організації «Український  
національний офіс інтелектуальної  
власності та інновацій»

О.П. Орлюк





УКРАЇНА

(19) UA

(11) 155227

(13) U

(51) МПК

G08B 17/10 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ  
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

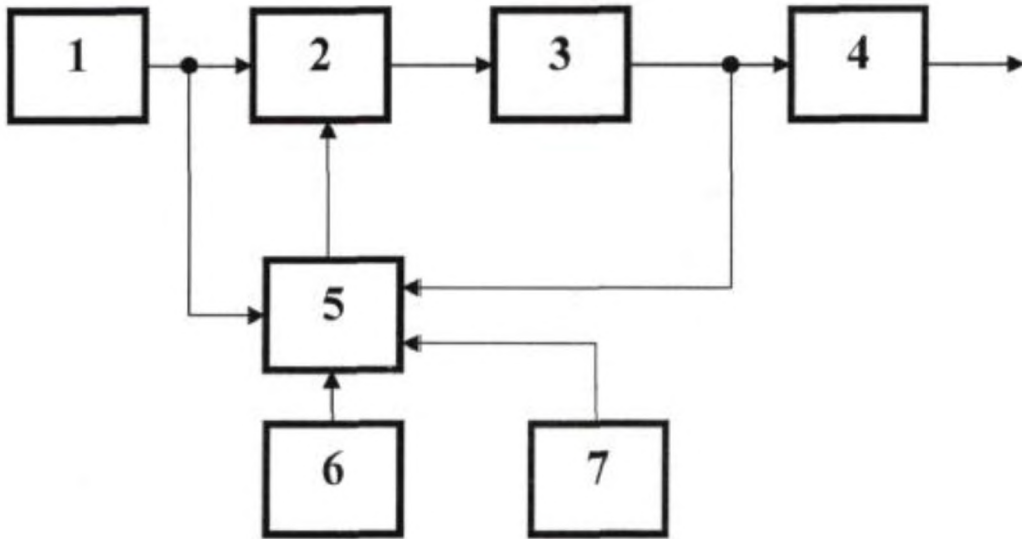
|  |  |
|--|--|
| (21) Номер заявки: <b>u 2023 03234</b>   | (72) Винахідник(и):<br><b>Поспєлов Борис Борисович (UA),<br/>Андронов Володимир Анатолійович (UA),<br/>Рибка Євгеній Олексійович (UA),<br/>Мелещенко Руслан Геннадійович (UA),<br/>Яценко Олександр Анатолійович (UA),<br/>Безугла Юлія Сергіївна (UA),<br/>Морозов Ігор Євгенович (UA),<br/>Григоренко Наталія Володимирівна (UA)</b> |
| (22) Дата подання заявки: <b>03.07.2023</b>                                    | (73) Володілець (володільці):<br><b>НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ<br/>ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ,<br/>вул. Чернишевська, 94, м. Харків, 61023<br/>(UA)</b>  |
| (24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>01.02.2024</b> |  |
| (46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>31.01.2024, Бюл.№ 5</b> |  |

## (54) СПОСІБ АДАПТИВНОГО ВИЯВЛЕННЯ ПОЖЕЖІ

### (57) Реферат:

Спосіб адаптивного виявлення пожежі включає встановлення початкового порога виявлення пожежі, вимірювання поточного значення довільного небезпечного фактора пожежі, визначення поточного значення адаптивного порога, обчислення різниці між поточними значеннями небезпечного фактора пожежі та поточними значеннями адаптивного порога, визначення асиметричної одичної функції від обчисленої поточної різниці, оцінку поточної достовірності виявлення пожежі. Поточне значення адаптивного порога визначають шляхом експоненціальної фільтрації із заданим параметром улагоджування та змінною в часі вагою, яка визначається оберненою поточною енергією відповідного вимірюваного небезпечного фактора, з урахуванням значення початкового порога, а оцінку поточної достовірності виявлення пожежі здійснюють шляхом експоненціальної фільтрації із заданим таким самим параметром улагоджування поточної асиметричної одичної функції.

UA 155227 U



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

5 У більшості розвинених країн світу значно загострюється проблема зниження загальних втрат від пожеж. Щорічно у США за даними [1] 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 виявлення та недопущення. З огляду на це конструктивним напрямком вирішення цієї проблеми є раннє виявлення пожежі. Однак раннє виявлення пожежі за допомогою традиційних систем захисту від пожежі, що базуються на широкому спектрі пожежних сповіщувачів, є неможливим оскільки виявлення пожежі характеризується недостатньою достовірністю та оперативністю. Тому на теперішній час цей напрям інтенсивно досліджується в таких країнах, як Японія, США, Німеччина, Україна та інші.

15 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.

20 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.

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

35 Недоліком найближчого аналога є те, що усереднення поточної асиметричної одиничної функції за фіксованою вагою здійснюють шляхом накопичення скінченної кількості значень поточної асиметричної одиничної функції на заданому інтервалі часу, зважування цих значень за фіксованою вагою та обчисленням їх середнього значення. Зважування скінченної кількості значень за фіксованою вагою означає, що ймовірності появи значень поточної асиметричної одиничної функції є однаковими. Крім того таке усереднення потребує використання деякого буферу накопичення значень щодо поточної асиметричної одиничної функції на заданому інтервалі часу. Це ускладнює реалізацію усереднення та знижує оперативність способу виявлення пожежі [3]. При цьому допущення однаковості ймовірностей значень поточної асиметричної одиничної функції не дозволяє враховувати неоднаковість ймовірностей цих значень у невизначених та нестационарних умовах, характерних для більшості реальних пожеж. Неоднаковість ймовірностей поточних значень асиметричної одиничної функції у невизначених та нестационарних умовах та використання буферу накопичень поточних значень поточної асиметричної одиничної функції буде призводити в цілому до хибності обчислення усередненого значення 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 порога та призводити в цілому до зниження достовірності та оперативності виявлення пожежі у невизначених та нестационарних умовах.

50 Крім того недоліком даного способу є те, що оцінка достовірності виявлення пожежі за способом [3] 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 в 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. У невизначених умовах це буде призводити до хибної оцінки достовірності виявлення пожежі за способом [3].

Окремим недоліком способу [3] слід відзначити використання фіксованої ваги при усередненні поточної асиметричної одиничної функції. В загальному випадку значення ваги суттєво впливає на швидкість адаптації порога. 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 порога, що в цілому впливатиме на помилковість визначення адаптивного порога та хибність виявлення пожежі.

Таким чином, у невизначених та нестаціонарних умовах за наявності похибки і недостатньої оперативності встановлення адаптивного порога та хибного визначення математичного очікування від поточних значень асиметричної одиничної функції в цілому достовірність та оперативність виявлення пожежі, згідно способу [3], будуть недостатніми.

В основу корисної моделі поставлена задача створення способу адаптивного виявлення пожежі, який у невизначених умовах, що змінюються за часом в зоні розміщення пожежних сповіщувачів, володів би підвищеною точністю і оперативністю встановлення адаптивного порога та визначення математичного очікування від поточних значень асиметричної одиничної функції. Це дозволить в цілому забезпечити достовірне (з меншою помилкою) і оперативне виявлення пожежі у невизначених умовах, що змінюються за часом в зоні розміщення пожежних сповіщувачів.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб адаптивного виявлення пожежі, що включає встановлення початкового порога виявлення пожежі, вимірювання поточного значення довільного небезпечного фактора пожежі, визначення поточного значення адаптивного порога, обчислення різниці між поточними значеннями небезпечного фактора пожежі та поточними значеннями адаптивного порога, визначення асиметричної одиничної функції від обчисленої поточної різниці, оцінку поточної достовірності виявлення пожежі, згідно з корисною моделлю, поточне значення адаптивного порога визначають шляхом експоненціальної фільтрації із заданим параметром улагоджування та змінною в часі вагою, яка визначається оберненою поточною енергією відповідного вимірюваного небезпечного фактора, з урахуванням значення початкового порога, а оцінку поточної достовірності виявлення пожежі здійснюють шляхом експоненціальної фільтрації із заданим таким самим параметром улагоджування поточної асиметричної одиничної функції.

У відомому способі [3] усереднення поточної асиметричної одиничної функції та обчислення математичного очікування поточної асиметричної одиничної функції здійснюють шляхом експоненціальної фільтрації поточної асиметричної одиничної функції за змінною в 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 поточних 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 відслідковування за невідомою зміною поточної енергії небезпечного параметра і розподілу ймовірностей поточних значень у невизначених та нестаціонарних умовах. Саме це дозволяє підвищувати точність встановлення адаптивного порога та оперативність і достовірність виявлення пожежі у невизначених та нестаціонарних умовах.

Адаптацію поточного порога виявлення пожежі при цьому, згідно з критерієм тотожності поточних ймовірностей похибок виявлення пожежі, 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 в часі вагою, що визначається оберненою поточною енергією небезпечного фактора, та урахуванням встановленого початкового порога. При цьому оцінку поточної ймовірності виявлення пожежі здійснюють за допомогою експоненціальної фільтрації із заданим параметром улагоджування поточної асиметричної одиничної функції.

Реалізація способу адаптивного виявлення пожежі 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 експоненціальної фільтрації зі змінною в часі вагою із заданим параметром улагоджування

поточної асиметричної одиничної функції чисельно оцінювати достовірність виявлення пожежі при її дійсній наявності. При цьому поточне чисельне значення оцінки достовірності (ймовірності) виявлення пожежі буде визначати рівень пожежної небезпеки в контрольованій зоні, що дозволить попереджати виникнення пожежі з відповідною достовірністю.

5 Корисна модель забезпечує підвищення достовірності та оперативності способу адаптивного виявлення пожежі у невизначених та нестационарних умовах за рахунок підвищення точності адаптації поточного порога до невизначених умов шляхом експоненціальної фільтрації із заданим параметром улагоджування поточних значень асиметричної одиничної функції зі змінною в часі вагою, яка визначається оберненою поточною енергією відповідного небезпечного фактора, та урахуванням початкового порога і одночасної оцінки в неперервному часі достовірності (ймовірності) правильного виявлення пожежі шляхом експоненціальної фільтрації із заданим параметром улагоджування поточних значень асиметричної одиничної функції.

15 Це в цілому дозволяє знижуватиме хибність раннього виявлення пожежі в невизначених та нестационарних умовах застосування. Крім того реалізація запропонованого адаптивного способу виявлення пожежі не потребує знання 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 порога та чисельно оцінювати поточну достовірність виявлення пожежі при її дійсній наявності.

20 На кресленні представлена схема запропонованого способу адаптивного 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 порога; 6 - встановлення початкового порога виявлення пожежі; 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.

35 Спосіб адаптивного виявлення пожежі, що пропонується, 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 концентрації небезпечних газових компонентів середовища, щільності диму та інших первинних або вторинних небезпечних факторів пожежі. Для вимірювань 1 сповіщувачем встановлюють відповідний початковий поріг 6, який адаптують до невизначених та нестационарних 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 початкового порога 6. Оцінювання поточної достовірності (ймовірності) виявлення пожежі 4 здійснюють шляхом експоненціальної фільтрації із заданим параметром улагоджування поточної асиметричної одиничної функції 3. Встановлення заданого параметра улагоджування 7 для експоненціальної фільтрації 5 та 4.

50 Адаптивний спосіб виявлення пожежі здійснюється наступним чином. Вимірюють відповідний не небезпечний фактор пожежі 1 в середовищі, де розміщується сповіщувач. Далі на основі поточних вимірювань сповіщувача обчислюють різницю 2 між поточними значеннями вимірювань та адаптованого порога. При цьому адаптація поточного порога 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 початкового порога 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 початкового порога 6 та поточної асиметричної одиничної функції в 4. При цьому операції 2-7 способу, що заявляється, виконуються спеціалізованим мікропроцесором.

5 Таким чином, запропонований адаптивний спосіб в цілому дозволяє підвищити достовірність та оперативність виявлення пожежі за рахунок зменшення похибок адаптації поточного порога в невизначених та нестаціонарних умовах шляхом 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  
10 урахуванням початкового порога 6 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 загроз, як злом, небезпечна температура устаткування, небезпечна швидкість потоку та рівня рідини, небезпечна концентрація газів тощо, що вимірюються у невизначених та нестаціонарних  
15 умовах в контрольованій зоні, де розміщуються відповідні датчики факторів загроз. Це означає, що спосіб, який пропонується, забезпечує підвищення оперативності та достовірності виявлення загроз в невизначених та змінних за часом умовах в порівнянні з відомим способом. Крім того запропонований спосіб є більш простим в реалізації, що в цілому знижує вимоги до апаратних засобів, що реалізують цей спосіб.

20 Джерела інформації:

1. Зеркалов Д.В., Кацман М.Д., Ковтун А.І. Наукові основи цивільного захисту. - К.: Основа, 2014. - 1117 с.
2. Patent No.: United States Patent 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).  
25 Appl. No.: 11/056,811; Filed: Feb. 10, 2005; Date of Patent: Nov. 28, 2006.
3. Пат. 149701 України, 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. № u202103376, заявка 15.06.2020, опуб. 01.12.2021,  
30 Бюл. № 48.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

35 Спосіб адаптивного виявлення пожежі, що включає встановлення початкового порога виявлення пожежі, вимірювання поточного значення довільного небезпечного фактора пожежі, визначення поточного значення адаптивного порога, обчислення різниці між поточними значеннями небезпечного фактора пожежі та поточними значеннями адаптивного порога, визначення асиметричної одиничної функції від обчисленої поточної різниці, оцінку поточної  
40 достовірності виявлення пожежі, який **відрізняється** тим, що поточне значення адаптивного порога визначають шляхом експоненціальної фільтрації із заданим параметром улагоджування та змінною в часі вагою, яка визначається оберненою поточною енергією відповідного вимірюваного небезпечного фактора, з урахуванням значення початкового порога, а оцінку поточної достовірності виявлення пожежі здійснюють шляхом експоненціальної фільтрації із заданим таким самим параметром улагоджування поточної асиметричної одиничної функції.

