

Н.В. Дейнеко, О.А. Левтеров, Р.І. Шевченко

Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна

АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИХ МЕТОДІВ ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ УНАСЛІДОК ПОЖЕЖІ В УМОВАХ ПОШКОДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ СИСТЕМ АВАРІЙНОЇ ПРОТИДІЇ

В роботі розглянута проблема формування комплексних підходів до апаратної реалізації інженерно-технічних методів попередження надзвичайних ситуацій унаслідок пожежі на потенційно-небезпечних об'єктах в умовах пошкодження електроживлення систем аварійної протидії.

Під час дослідження узагальнена та визначена послідовність основних етапів обробки акустичних сигналів з джерела надзвичайної ситуації у наслідок пожежі на потенційно-небезпечному об'єкті.

Сформовані загальні вимоги до апаратної реалізації інженерно-технічних методів попередження надзвичайних ситуацій унаслідок пожежі на потенційно-небезпечних об'єктах в умовах пошкодження електроживлення систем аварійної протидії.

Розглянуто загальний приклад реалізації функціональної схеми інженерно-технічних методів попередження надзвичайних ситуацій в енергоскладних умовах функціонування потенційно-небезпечного об'єкту. Наведені рекомендації щодо можливості застосування шуканих методів в практичній діяльності.

Ключові слова: надзвичайна ситуація, інженерно-технічні методи, акустичний сигнал, система аварійного електроживлення

Актуальність проблеми

Дуже часто загоряння на потенційно-небезпечних об'єктах призводять до виникнення надзвичайних ситуацій. Існуючі системи попередження таких надзвичайних ситуацій досі працюють не достатньо ефективно, що у свою чергу призводить до численних людських жертв та матеріальних збитків. Якісна та ефективна протидія таким загрозам неможлива без надійного наукового підґрунтя, зокрема, без розробки нових інженерно-технічних методів попередження виникненню надзвичайних ситуацій. У провідних країнах світу для попередження надзвичайних ситуацій унаслідок пожеж використовують термічні, діелектричні, оптичні, хімічні, акустичні, барометричні, іонізаційні, магнітоелектричні та інші методи виявлення осередків загорянь. Таке розмаїття методів свідчить про те, що наукова спільнота поки не знайшла оптимального методу попередження надзвичайних ситуацій пов'язаних з пожежами потенційно-небезпечних об'єктів. З іншого боку існує не вирішене питання яке стосується попередження надзвичайних ситуацій в умовах аварійного відключення електроживлення в системах протидії.

В цьому випадку джерело вторинного (резервного) живлення є найважливішою частиною будь-якої системи і тим більше системи попередження надзвичайної ситуації. Відмова джерела живлення

виводить з ладу всю систему, що незрівнянно з відмовою одного-двох її елементів і навіть всього шлейфу.

При виникненні несправності в мережевому джерелі живлення повинно забезпечуватися електроживлення системи від акумулятора, так само як при відключенні мережі, щоб не було зниження надійності електроживлення. З іншого боку, якщо акумулятор не має системи його заряду, то зниження ємності в процесі експлуатації не гарантує забезпечення заданого часу резервування при відключенні основного електроживлення.

Таким чином, формування математичного апарату з комплексної апаратної реалізації інженерно-технічних методів попередження надзвичайних ситуацій унаслідок пожежі на потенційно-небезпечних об'єктах в умовах пошкодження електроживлення систем аварійної протидії є актуальною на часі задачею дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Виявлення НС унаслідок пожежі за фізичних факторів які супроводжують процеси горіння розглянуті у роботах [1] і [2]. В роботі [3] розглянуті основні чинники процесу горіння. Оскільки, велику проблему викликають помилкові спрацьовування запобіжних пристроїв [4], то саме цій темі присвячена робота [5], мета якої визначити ефективний

детектор НС виходячи з умов його застосування. У статті [6], описані сучасні уявлення про методи і способи виявлення пожежі [7] на ПНО.

В даний час доступні методи вимірювань і аналіз газоподібних середовищ, що з'являються до і під час згоряння [8]. Впровадження методів штучного інтелекту значно підвищує ефективність технології раннього виявлення осередку надзвичайної ситуації [9]. Пристрій контролю, може обробляти ознаки пожежі одночасно по декількох каналах вимірювання [10], як-то: дим, тепло, CO₂ тощо. Метод напівпровідникових технологій дозволяє розрізняти вогонь при будь-якому типі пожежі [11]. При цьому умови не загрожують екології, не вводять в оману інтелектуальні системи виявлення пожежі. В той же час спромогтися докорінних змін у ефективності процесу ідентифікації осередку надзвичайних ситуацій унаслідок пожежі у складних умовах пошкодження електроживлення систем аварійної протидії на ПНО на сьогодні не вдалося.

Таким чином, наведений аналіз методів попередження, які застосовуються для виявлення НС унаслідок пожежі на ПНО довів, що у специфічних умовах експлуатації ПНО, а саме пошкодження електроживлення систем аварійної протидії, відомі методи захисту (ідентифікації небезпеки як початкового його етапу) малоефективні. В той же час використання альтернативних методів, як-то методів які базуються на явищі акустичної емісії (АЕ), попре їх доведену спроможність у інших сферах організації безпеки суспільства, остається досить сумнівним оскільки на цей час не існує відповідного математичного апарату на якому повинно формуватися алгоритмічна та процедурна база зазначених інноваційних підходів. Саме на вирішення цього актуального завдання, формуванню математичного апарату інженерно-технічних методів попередження НС унаслідок пожежі в умовах пошкодження електроживлення систем аварійної протидії, і направлені подальші дослідження.

Мета та завдання дослідження

Виходячи з наведеного, метою дослідження є формування комплексних підходів до апаратної реалізації інженерно-технічних методів попередження надзвичайних ситуацій унаслідок пожежі на потенційно-небезпечних об'єктах в умовах пошкодження електроживлення систем аварійної протидії.

Для забезпечення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Узагальнити та визначити послідовність етапів обробки акустичних сигналів з джерела НС унаслідок пожежі на ПНО.

2. Розробити загальні вимоги до апаратної реалізації інженерно-технічних методів попередження надзвичайних ситуацій унаслідок пожежі на потенційно-небезпечних об'єктах в умовах пошкодження електроживлення систем аварійної протидії.

ційно-небезпечних об'єктах в умовах пошкодження електроживлення систем аварійної протидії.

3. Розробити загальну функціональну схему практичної реалізації шуканого підходу.

Виклад основного матеріалу

Розпізнавання (ідентифікація) акустичних спектрів, наприклад, речі, на сьогоднішній день є актуальною проблемою. Більшість сучасних методів, які використовуються для її рішення, вимагають великих ресурсів, які часто обмежують їх подальше застосування.

Оскільки акустичні коливання у разі НС, унаслідок пожежі, мають аналогічну природу, що і у разі дослідження мовного діапазону, то в цілому можливо застосовувати методи, які використовуються для ідентифікації речі та обробки музичних композицій. Як правило, всі акустичні сигнали мають гармонічну природу. В результаті чого декілька синусоїдальних сигналів накладаються один на один, формуючи акустичний образ (АО) НС. У подальшому цей АО може бути ідентифікований системою протидії так само, як і музична мелодія.

Відповідно задача системи - це розподіл АО з зони НС на характерні (обертони) часті, спектр яких має відповідний енергетичний показник. Мова йде про фактичний розподіл акустичного сигналу, на характерні відокремлені синусоїди. Цей процес представляє собою перетворення Фур'є.

Етапи обробки АО приведені на рис.1.

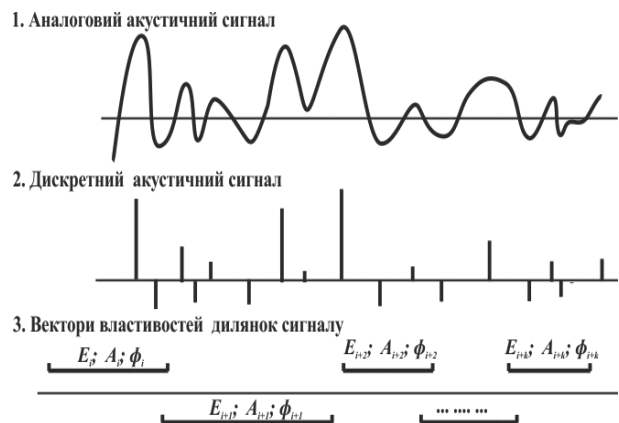


Рис.1. Узагальнена схема обробки акустичного образу з джерела НС унаслідок пожежі на ПНО

Для визначення характерних частотних спектрів АО з джерела НС пропонується застосовувати набір смугових фільтрів, які настроєні на формування окремих частот при перевірці енергетичних спектрів та їх ентропії вище заданих значень (E_p).

Смугових фільтр представляє собою пристрій, основні умови функціонування якого приведено на рис. 2.

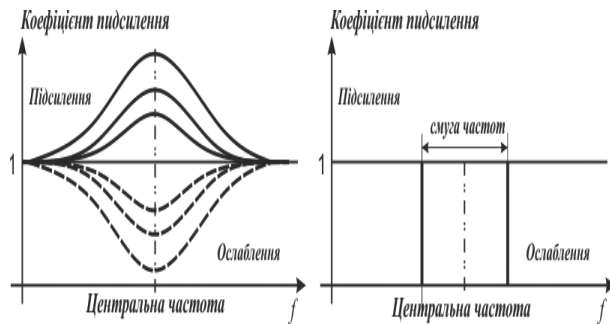


Рис.2. Смуговий фільтр та його амплітудно-частотна характеристика.

Найбільше раціональним рішенням у разі дослідження джерела НС унаслідок пожежі є застосування смугового фільтра на основі двох фільтрів Баттерфорта 8-10 порядку. Частотна характеристика цього фільтра апроксимується наступним виразом (1):

$$W(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_{sH}}\right)^{2N}}} - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_{sL}}\right)^{2N}}} \quad (1)$$

де N – ступінь фільтра; ω_{sH} – верхня частота зрізу; ω_{sL} – нижня частота зрізу.

Відповідні амплітудно-частотні характеристики фільтру наведені на рис. 3

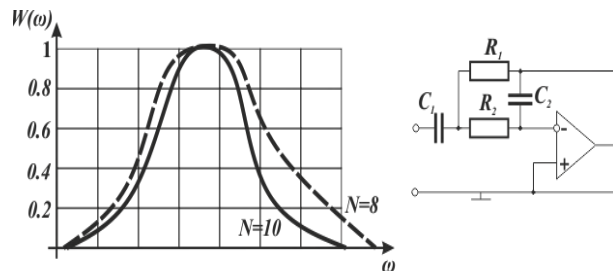


Рис.3. Амплітудно-частотна характеристика та принцип реалізації смугового фільтру.

Оскільки характерні частоти АО відомі у вигляді еталонних, як і у випадку розпізнання речі, то кількість смугових фільтрів відповідає числу характерних частот. Відповідно можна провести аналогію з графічним еквайзером. Доцільно використовувати паралельне з'єднання фільтрів (рис.4), що дозволить зменшити фазові викривлення.

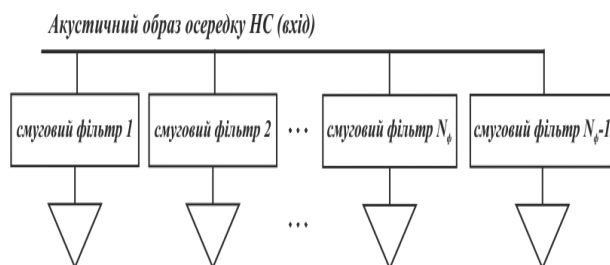


Рис. 4. Схема з'єднання смугових фільтрів в системі ідентифікації осередку НС.

Розіб'ємо весь частотний діапазон (5-22000 Гц) АО осередку НС на окремі діапазони, межі яких будуть частотами зрізу пропонованих смугових фільтрів. Як було встановлено в допустиме відхилення ідентифікованої частоти f_i^{ind} від еталонної f_i^{et} повинна перевищувати $Kvs = 600$ Гц, а число характерних частот $4 \leq N_f \leq 15$. Відповідно, необхідна кількість фільтрів $N_\phi \geq 15$. Частоту зрізу фільтру - верхню $f_{\phi SH}^i$ та нижню $f_{\phi SL}^i$ визначимо з співвідношень (2):

$$f_{\phi SL}^i = K \cdot (f_i^{et} - K_{vs}/2) \quad (2)$$

$$f_{\phi SH}^i = K \cdot (f_i^{et} + K_{vs}/2)$$

де K -коефіцієнт спотворення, пов'язаний із зовнішніми факторами і навколишнім середовищем приймає значення $K = 1.05$ для приміщень та $K = 1.15$ для аналізу АО середовища НС при впливі факторів навколишнього середовища (дощ, вологість, температура повітря тощо).

Для точності роботи даного методу, необхідно попередньо відфільтрувати сигнал по енергії і ентропії. Так щоб на виході смугових фільтрів виявилися сигнали, спектри яких мають енергію не нижче заданої. У зв'язку з цим, необхідно задати поріг спрацювання фільтру по енергії або ентропії. На рис. 5 проілюстрований приклад, роботи такої схеми.

Для ідентифікації АО джерела НС необхідно розділити спектр по числу ідентифікованих частот. Так наприклад, при $N_f = 4$ - целюлозо місткі матеріали; $5 < N_f \leq 10$ - легкі фракції нафтопродуктів; $N_f > 10$ - важкі вуглеводні.



Рис. 5 Приклад роботи системи смугових фільтрів по ідентифікації АО з джерела НС.

У зв'язку з цим, при появі сигналу заданої енергії на кожному відповідному фільтрі, число N_f визначасмо як:

$$N_f = \sum_i^{N_\phi} a \cdot N_{\phi_i} \quad (3)$$

де a приймає значення 1 якщо є сигнал на виході фільтра N_{fi} , і 0 - якщо сигнал на виході фільтра N_{fi} відсутній.

Оскільки смугові фільтри налаштовані тільки на певні частоти, то спрацювання всієї схеми (рис. 4) в цілому буде достатньо надійним при появі стороннього АО не пов'язаного з НС внаслідок пожежі.

Також для більш універсального застосування наведеного методу необхідно додати блок програмного управління смугами зрізу смугових фільтрів та систему автономного живлення, яка невілює вплив у разі пошкодження електроживлення систем аварійної протидії.

Висновки

В роботі вирішена актуальна задача з формування комплексних підходів до апаратної реалізації інженерно-технічних методів попередження надзвичайних ситуацій унаслідок пожежі на потенційно-небезпечних об'єктах в умовах пошкодження електроживлення систем аварійної протидії.

Узагальнено та визначена послідовність основних етапів обробки акустичних сигналів з джерела надзвичайної ситуації у наслідок пожежі на потенційно-небезпечному об'єкті.

Сформовані загальні вимоги до апаратної реалізації інженерно-технічних методів попередження надзвичайних ситуацій унаслідок пожежі на потенційно-небезпечних об'єктах в умовах пошкодження електроживлення систем аварійної протидії.

Розглянуто загальний приклад реалізації функціональної схеми шуканого методу попередження надзвичайних ситуацій в енергоскладних умовах функціонування потенційно-небезпечного об'єкту.

References

1. Hietaniemi, Jukka & Mikkola, Esko (1997) Minimising fire risks at chemical storage facilities. Basis for the guidelines for safety engineers. Espoo, Technical Research Centre of Finland, VTT Tiedotteita – Meddelanden – Research Notes 1811, 32.
2. Guido Wehmeier, Konstantinos Mitropetros (2016) Fire Protection in the Chemical Industry. *Chemical engineering transactions*, 48, 259-264
3. Wehmeier, G., (2012) DECHEMA/ProcessNet Arbeitskreis, Brandschutz in der Chemischen Industrie, VDS Fachtagung Brandschutz in der Chemischen Industrie, Köln, VDS 3664
4. International Alert Saferworld University of Bradford SEESAC. Ammunition stocks: Promoting safe and secure storage and disposal. Briefing 18: Biting the Bullet ISBN:1-898702-63-2 February 2005, 36.
5. Michael J. Hosch and John Jarvis (2016) Special Focus Industry Support & Challenges Fire Protection in Army Air-

craft Hangars: Is Yours Up to Date issue of ARMY AVIATION Magazine December, 38-41

6. Samuel Paunila, Andrew Hoole (2015) Ammunition safety management preventing loss of life and property, and diversion from stockpiles. Libya. Source Threat Resolution Ltd. COUNTER-IED Report, 86-92

7. Joshua Dinaburg, D. T. G. (2012). Fire Detection in Warehouse Facilities: Fire Protection Research Foundation 2012

8. Leggett, D. J. (2012). Lab-HIRA: Hazard identification and risk analysis for the chemical research laboratory. Part 2. Risk analysis of laboratory operations. *Journal of Chemical Health and Safety*, 19(5), 25-36.

9. Xie Zhenping, Wang Tao, Liu Yuan, (2011), "A new algorithm for fast detection of flutter analysis of video smoke", *microelectronics and computer*, 28, 10, 209-214(in Chinese)

10. Hidenori Maruta, Akihiro Nakamura, Fujio Kurokawa, (2012) "Smoke detection in open areas with texture analysis and support vector machines", *IEEE Trans Electron Eng*, 7, S1, 59-70

11. Zeng, W., Liu, T., Wang, Z., Tsukimoto, S., Saito, M., Ikuhara, Y. (2009) Selective detection of formaldehyde gas using a Cd-Doped TiO₂-SnO₂ sensor. *Sensors* 9, 9029-9038.

Рецензент: д.т.н., професор, головний науковий співробітник наукового відділу з проблем цивільного захисту та техногенно-екологічної безпеки науково-дослідного центру О.Є. Басманов, Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна

Автор: ДЕЙНЕКО Наталя Вікторівна
кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник наукового відділу проблем цивільного захисту та техногенно-екологічної безпеки Національний університет цивільного захисту України

E mail – natalyadeyneko@gmail.com

ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8438-0618>

Автор: ЛЕВТЄРОВ Олександр Антонович
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, доцент кафедри управління та організації діяльності у сфері цивільного захисту Національний університет цивільного захисту України

E mail – al721@i.ua

ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5926-7146>

Автор: ШЕВЧЕНКО Роман Іванович
доктор технічних наук, старший науковий співробітник, начальник наукового відділу проблем цивільного захисту та техногенно-екологічної безпеки Національний університет цивільного захисту України

E mail – shevchenko605@i.ua

ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9634-6943>

HARDWARE IMPLEMENTATION OF ENGINEERING AND TECHNICAL METHODS OF PREVENTION OF EMERGENCIES DUE TO FIRE IN THE CONDITIONS OF ELECTRIC POWER DAMAGE

N. Deyneko, O. Levterov, R. Shevchenko

National University of Civil Protection of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

The problem of formation of complex approaches to hardware realization of engineering and technical methods of prevention of emergency situations owing to a fire on potentially dangerous objects in the conditions of damage of power supply of systems of emergency counteraction is considered in the work.

The analysis of warning methods used to detect emergencies due to fire at potentially dangerous objects proved that in specific operating conditions, namely damage to the power supply of emergency response systems, known protection methods (hazard identification as its initial stage) are ineffective. At the same time, the use of alternative methods, such as methods based on the phenomenon of acoustic emission, despite their proven ability in other areas of public safety, remains highly questionable because at present there is no appropriate mathematical apparatus on which to form algorithmic and procedural basis. these innovative approaches. It is to solve this urgent problem, the formation of the mathematical apparatus of engineering and technical methods of emergency prevention due to fire in the event of damage to the power supply of emergency response systems, and the above research is directed.

Based on the above, the purpose of the study is to form integrated approaches to the hardware implementation of engineering and technical methods of emergency prevention due to fire at potentially dangerous objects in the event of damage to the power supply of emergency response systems.

To ensure this goal, the following tasks are solved: the sequence of stages of processing acoustic signals is determined; the general requirements to hardware realization of engineering and technical methods and the general functional scheme of practical realization of the demanded approach are formed.

During the research the sequence of the main stages of processing of acoustic signals from the source of an emergency situation as a result of a fire at a potentially dangerous object is generalized and determined.

The general requirements to hardware realization of engineering and technical methods of the prevention of emergency situations owing to a fire on potentially dangerous objects in the conditions of damage of power supply of systems of emergency counteraction are formed.

The general example of realization of the functional scheme of engineering and technical methods of prevention of emergencies in energy difficult conditions of functioning of potentially dangerous object is considered. Recommendations concerning a possibility of application of required methods in practical activity are resulted.

Keywords: emergency situation, engineering and technical methods, acoustic signal, emergency power supply system