

О.А. Левтеров

Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ УНАСЛІДОК ПОЖЕЖІ З ОСЕРЕДКОМ ВИНИКНЕННЯ ЗОВНІ ПОТЕНЦІЙНО-НЕБЕЗПЕЧНОГО ОБ'ЄКТУ

Проаналізовано методи і способи виявлення пожежі зовні потенційно-небезпечного об'єкту. Розглянуто виявлення надзвичайної ситуації унаслідок пожежі за фізичних факторів які супроводжують процеси горіння. Визначені домінуючі зовнішні фактори виникнення небезпеки. Описана математична модель, яка складається з системи рівнянь, що визначають залежність акустичного спектру осередку надзвичайної ситуації унаслідок пожежі зовні потенційно-небезпечного об'єкту та часові фази зростання наслідків. Запропоновані подальші напрямки досліджень нових інженерно-технічних методів, які спираються на сучасні технології контролю акустичного випромінювання осередку небезпеки.

Ключові слова: акустичний метод, математична модель, запобігання надзвичайній ситуації, фрактальний аналіз, спектральний аналіз.

Актуальність проблеми

Потенційно-небезпечних об'єктів (ПНО), на яких зберігаються, обертаються або утилізуються небезпечні хімічні та вибухонебезпечні речовини в окремих регіонах України обумовлює ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру унаслідок пожежі, які становлять потенційну загрозу як населенню та персоналу цих об'єктів, так і природно-техногенно-соціальному середовищу. Надзвичайні ситуації унаслідок пожежі на зазначених об'єктах, що мали місце у період з 2010 по 2019 роки [1], підтвердили загрозу населенню та об'єктам економіки, а також довели здатність значно забруднювати навколишнє природне середовище. Тільки за даними Міністерства оборони України на території держави налічується понад 130 одиниць складних ПНО та об'єктів військового призначення, на яких зберігається 1,3 млн. тон боєприпасів і вибухових речовин з яких більш як 500 тис. тон віднесені до розряду надлишкових, тобто тих, що потребують утилізації, а від так до природних чинників небезпеки слід додати технологічні чинники небезпеки процесу обертання та утилізації вибухонебезпечних речовин на ПНО.

Попередження можливих надзвичайних ситуацій унаслідок пожежі на наведених ПНО вимагає сучасних підходів до процесу. Останні базуються на інноваційних методах, в першу чергу на інженерно-технічних методах акустичної ідентифікації небезпеки виникнення загорання в осередку надзвичайної ситуації. В свою чергу формування зазначеної методології неможливе без

чіткого усвідомлення фізики процесів попередження надзвичайних ситуацій та формування відповідного математичного апарату.

Таким чином, формування математичної моделі процесу попередження надзвичайних ситуацій унаслідок пожежі на ПНО є актуальною задачею проблематики цивільного захисту.

Постановка проблеми

Наведений аналіз методів попередження, які застосовуються для виявлення НС унаслідок пожежі на ПНО свідчить, що у специфічних умовах експлуатації ПНО 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, не використовуюється. Від так шляхом вирішення проблеми підвищення ефективності процесу попередження надзвичайних ситуацій унаслідок пожежі на ПНО є розробка інженерно-технічного методу з їх попередження. Останній реалізує у своєму керуючому алгоритмі математичну модель, яка базується на застосуванні явища акустичної емісії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Фізичних фактори які супроводжують процеси горіння які можуть привести до НС унаслідок пожежі розглянуті у роботах [2] і [3]. В роботах [4,5] розглянуті основні чинники процесу горіння. Оскільки, велику проблему викликають помилкові

спрацьовування запобіжних пристроїв, то саме цій темі присвячена робота [6], мета якої визначити ефективний детектор НС виходячи з умов його застосування. У статті [7], описані сучасні уявлення про методи і способи виявлення пожежі [8] на ПНО.

В даний час доступні методи вимірювань і аналіз газоподібних середовищ, що з'являються до і під час згоряння [9]. Впровадження методів штучного інтелекту значно підвищує ефективність технології раннього виявлення осередку надзвичайної ситуації [10,11]. Пристрій контролю, може обробляти ознаки пожежі одночасно по декількох каналах вимірювання, як-то: дим, тепло, CO₂ тощо. Метод напівпровідникових технологій дозволяє розрізнити вогонь при будь-якому типі пожежі [12]. При цьому умови не загрожують екології, не вводять в оману інтелектуальні системи виявлення пожежі. В той же час спромоглися докорінних змін у ефективності процесу ідентифікації осередку надзвичайних ситуацій унаслідок пожежі у складних умовах функціонування ПНО на сьогодні не вдалося.

Метою роботи є розробка математичної моделі попередження надзвичайних ситуацій унаслідок пожежі зовні потенційно-небезпечних об'єктах в інтересах недопущення їх розповсюдження та переростання на більш значні рівні поширення.

Для вирішення даної проблеми необхідно вирішити наступні завдання:

– Проаналізувати сучасний стан попередження надзвичайних ситуацій унаслідок пожежі на потенційно-небезпечних об'єктах.

– Розробити математичну модель попередження надзвичайної ситуації унаслідок пожежі з осередком виникнення зовні потенційно-небезпечного об'єкту.

Виклад основного матеріалу

Розробку математичної моделі попередження надзвичайних ситуацій унаслідок пожежі з осередком виникнення зовні потенційно-небезпечного об'єкту здійснювати наступним чином, по-перше, сформуємо початкові умови вирішення задачі, по-друге, розглянемо рішення окремих задач з формування діапазону застосування когнітивного роботу контролю безпеки поширення надзвичайної ситуації, формування та порівняння акустичних образів безпеки НС на потенційно-небезпечних об'єктах з використанням генетичних алгоритмів. Після чого надаємо опис розробленої математичної моделі.

Виникнення надзвичайної ситуації унаслідок пожежі зовні ПНО характеризується наступними додатковими чинниками впливу на акустичний рисунок осередку НС, а саме:

1) Постійно діючою, зміною у часі, акустичною компонентою природного характеру $\chi_{\text{пр}}(t)$.

2) Постійно діючою, зміною у часі, акустичною компонентою антропогенно-техногенного характеру $\chi_{\text{тех}}(t)$.

3) Чинниками природного характеру, які дестабілізують розміщення пристрою (або їх набір) з формування акустичного спектру осередку НС унаслідок пожежі $\chi_{\text{кор}}(t)$. Наведений вплив природного характеру (переміщення повітряних мас тощо) також має змінні у часі характеристики.

Відповідно рівняння, яке визначає залежність акустичного спектру (образ) осередку $\Psi_{\text{НС}}^j$ НС унаслідок пожежі зовні ПНО має вигляд:

$$\Psi_{\text{НС}}^j(t) = K_{\text{НС}}^{S''} K_{\text{НС}}^{T''} S(\text{НС}_{\text{об}}) \exp(T_{\text{НС}}), \quad (1)$$

де $K_{\text{НС}}^{S''}, K_{\text{НС}}^{T''}$ - коефіцієнти впливу некерованих змінних, а саме: площі осередку НС - $S(\text{НС}_{\text{об}})$ та температури в осередку НС - $T_{\text{НС}}$, на інтенсивність акустичного спектру осередку. Останні визначаються за рівняннями (2):

$$K_{\text{НС}}^{S''} = K_{\text{НС}}^S \cdot K_{\text{інт}}^S \cdot \chi_{\text{пр}}(t) \cdot \chi_{\text{тех}}(t) \cdot \chi_{\text{кор}}(t), \quad (2)$$

$$K_{\text{НС}}^{T''} = K_{\text{НС}}^T \cdot K_{\text{інт}}^T \cdot \chi_{\text{пр}}(t) \cdot \chi_{\text{тех}}(t) \cdot \chi_{\text{кор}}(t).$$

де $K_{\text{інт}}^S, K_{\text{інт}}^T$ - коефіцієнти інтегрального внеску чинників зовнішнього впливу ззовні ПНО на інтенсивність акустичного спектру осередку НС.

Фактично маємо відображення процесу викривлення акустичного образу від дії чинників природного та техногенного характеру $\chi_{\text{пр}}(t)$, $\chi_{\text{тех}}(t)$ та вплив на його потужність $\chi_{\text{кор}}(t)$.

З урахуванням виразів (2) рівняння залежності акустичного спектру осередку (1) приймає вигляд (3):

$$\Psi_{\text{НС}}^j(t) = K_{\text{НС}}^S \cdot K_{\text{НС}}^T \cdot K_{\text{інт}}^S \cdot K_{\text{інт}}^T \cdot \chi_{\text{пр}}(t) \cdot \chi_{\text{тех}}(t) \cdot \chi_{\text{кор}}(t) S(\text{НС}_{\text{об}}) \exp(T_{\text{НС}}). \quad (3)$$

Параметри існування відповідних відображень характеризуються умовою (4):

$$\left. \begin{matrix} \chi_{\text{пр}}(t) \\ \chi_{\text{тех}}(t) \\ \chi_{\text{кор}}(t) \end{matrix} \right\} \in [0,1] \quad (4)$$

де 1- відповідає відсутності відповідного впливу на акустичний образ осередку НС унаслідок пожежі зовні ПНО; 0 - відповідає стану домінування впливу відповідного чинника на

акустичний образ осередку НС унаслідок пожежі зовні ПНО.

Межі інтервалу належності відображення (4) мають наступне фізичне пояснення. Досягнення правої межі інтервалу свідчить про перехід НС

унаслідок пожежі зі стану усередині в стан зовні ПНО та відповідно подальше застосування інженерно-технічного методу який розглянуто у [13] ілюструється на рис. 1.

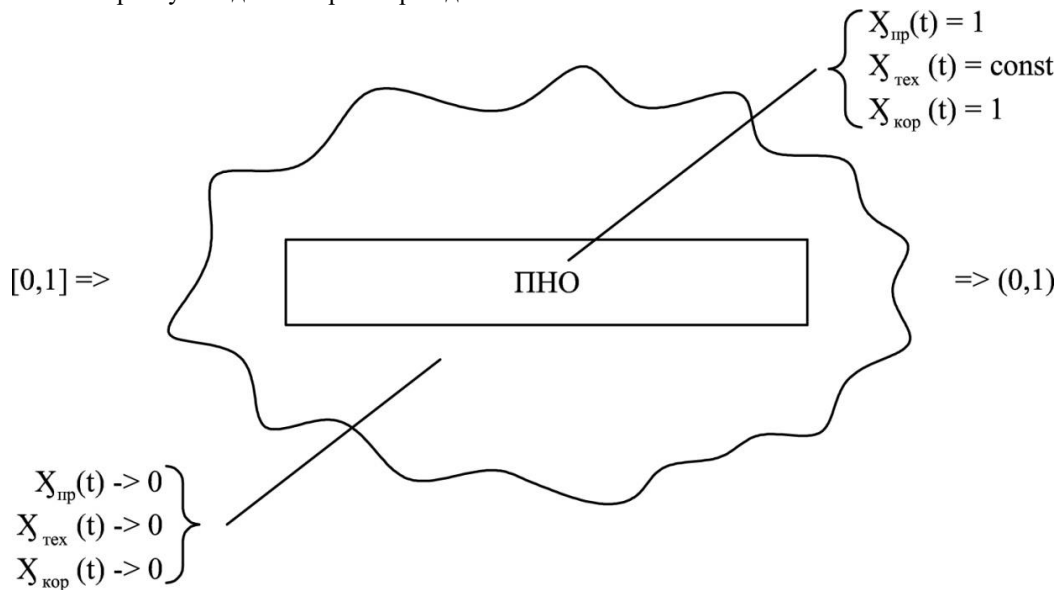


Рис. 1. Аналіз характеру меж інтервалу існування відображень процесу викривлення акустичного образу осередку НС унаслідок пожежі

Аналіз рис. 1. доводить, що з метою фіксації процесу акустичної ідентифікації зовні ПНО на рівні який забезпечить часовий інтервал достатній для проведення комплексу заходів з попередження НС унаслідок пожежі на ПНО необхідно для виконання умови (5) та (6).

Для досягнення умови (5):

$$\begin{aligned} \chi_{\text{пр}}(t) &\neq 0 \\ \chi_{\text{тех}}(t) &\neq 0 \end{aligned} \quad (5)$$

необхідно:

1) Рішення окремої задачі з формування акустичних образів небезпек осередку надзвичайної ситуації унаслідок пожежі зовні ПНО;

2) Рішення окремої задачі порівняння акустичних образів осередку надзвичайної ситуації унаслідок пожежі зовні ПНО з використанням генетичних алгоритмів;

3) Застосування процедури компенсації викривлення акустичного спектру осередку НС;

4) Застосування процедури посилення акустичного спектру осередку НС.

Для досягнення умови (6):

$$\chi_{\text{кор}}(t) \neq 0, \quad (6)$$

необхідно:

1) Рішення окремої задачі з формування діапазону застосування когнітивного роботу контролю небезпеки поширення надзвичайної ситуації унаслідок пожежі зовні ПНО;

2) Застосування процедури стабілізації системи пристроїв формування акустичного образу осередку НС.

На відміну від сформованої моделі попередження наслідків НС унаслідок пожежі усередині ПНО [13], характер поширення НС унаслідок пожежі зовні ПНО на початковій стадії (НС об'єктового рівня) не має однозначного характеру поширення, що обумовлено більш складним варіативним набором техногенного навантаження осередку, а від так маємо наступну картину залежності наростання наслідків НС від часу, яку наведено на рис. 2.

Фактично маємо зміну межі часового інтервалу в якому процеси поширення наслідків НС характеризуються як об'єктові. Відповідно про НС об'єктового рівня мова йде в межах початкової стадії пожежі в осередку НС, коли лінійна швидкість поширення горіння техногенного навантаження дорівнює $\frac{1}{2}$ від фактичної сталої швидкості горіння.

Для зразків технічного навантаження, які домінують усередині ПНО цей час складає до 10 хвилин, що цілковито дозволяє провести послідовно усі вище наведені процедури інженерно-технічного методу попередження НС унаслідок пожежі у середині ПНО [13].

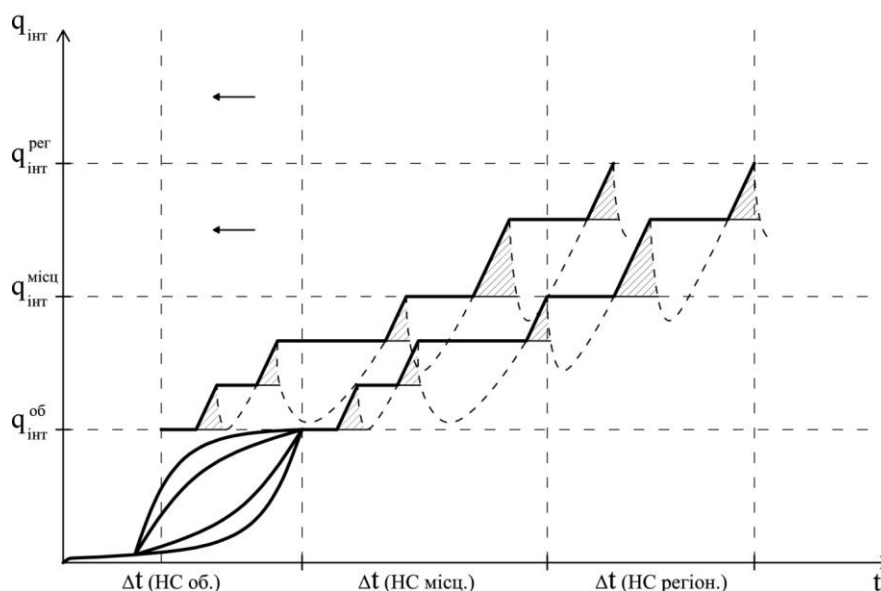


Рис. 2. Залежність інтегрального показника наслідків НС унаслідок пожежі зовні ПНО від часу розвитку НС.

Натомість зовні ПНО найбільшу небезпеку складає техногенне навантаження осередку НС, яке знаходиться у рідинній фазі. Відповідно рівняння зв'язку між керованою змінною, а саме $q_{\text{інт}}^{\text{об}}$ та некерованими змінними: площею осередку - $S(\text{НС}_{\text{об}})$, температурою в осередку НС - $T_{\text{нс}}$ та відповідно лінійною швидкістю поширення горіння в осередку НС - $V_{\text{нс}}^{\text{об}}$, від якої залежить час об'єктового характеру НС набуває вигляду (7):

$$q_{\text{інт}}^{\text{об}}(t) = f_{\text{нс}}^{\text{об}}(S(\text{НС}_{\text{об}}), T_{\text{нс}}, t(V_{\text{нс}}^{\text{об}})), \text{ за умови } t \in \Delta t(\text{НС}_{\text{об}}). \quad (7)$$

Фактично маємо залежність $q_{\text{інт}}^{\text{об}}$ від лінійної швидкості поширення горіння в осередку НС на об'єктовому рівні поширення небезпеки. Відповідно це певним чином формує умови існування рівняння зв'язку (7), а саме у вигляді (8 - 9):

$$\Psi_{\text{нс}}^j(t) \in [\Psi_{\text{нс}}^1(t_j), \Psi_{\text{нс}}^2(t_j) \dots \Psi_{\text{нс}}^k(t_j)]; \quad (8)$$

$$V_{\text{нс}}^{\text{об}} < V_{\text{нс}}^{\text{місц}}, \quad (9)$$

де $\Psi_{\text{нс}}^1(t_j), \Psi_{\text{нс}}^2(t_j) \dots \Psi_{\text{нс}}^k(t_j)$ – акустичні спектри переліку небезпек, що мають місце в осередку НС унаслідок пожежі зовні ПНО у фіксований час t_j з часового інтервалу $\Delta t(\text{НС}_{\text{об}})$, k – кількість потенційних небезпек які можливо визначити в осередку НС, $V_{\text{нс}}^{\text{місц}}$ – швидкість поширення горіння в осередку НС, яка дорівнює лінійній швидкості поширення НС.

Наступні часові фази зростання наслідків в осередку НС унаслідок пожежі зовні ПНО характеризуються рівнянням (10):

$$\Delta t(\text{НС}_{\text{об}}) \ll \Delta t(\text{НС}_{\text{місц}}) \leq \Delta t(\text{НС}_{\text{регіон}}) \leq \Delta t(\text{НС}_{\text{держ}}); \quad (10)$$

де $\Delta t(\text{НС}_{\text{об}})$, $\Delta t(\text{НС}_{\text{місц}})$, $\Delta t(\text{НС}_{\text{регіон}})$ та $\Delta t(\text{НС}_{\text{держ}})$ – час протікання НС унаслідок пожежі зовні ПНО відповідно об'єктового, місцевого, регіонального та державного рівня поширення небезпеки.

В реальних умовах виникнення НС унаслідок пожежі зовні ПНО час $\Delta t(\text{НС}_{\text{об}})$ стрімко наближається до нуля та фактично є верхньою межею підконтрольного періоду попередження НС інженерно-технічними засобами акустичного впливу на осередок її виникнення.

Відповідно мова йде не тільки про отримання чіткого співпадання акустичних характеристик небезпек осередку с існуючими еталонами небезпек, переважно рідинного техногенного навантаження, але й вирішення окремої задачі визначення координат осередку НС на підконтрольній площі ззовні ПНО.

Подальший розвиток НС унаслідок пожежі зовні ПНО принципово не відрізняється від розглянутого раніше в рамках формування математичної моделі попередження НС унаслідок пожежі усередині ПНО та описується так само [13], а від так задача попередження НС унаслідок пожежі зовні ПНО для більш складних рівнів поширення небезпеки немає рішення в рамках інженерно-технічного підходу з використанням акустичних засобів.

З метою забезпечення ефективного процесу контролю акустичного випромінювання осередку НС унаслідок пожежі зовні ПНО, в рамках вирішення основного рівняння зв'язку процесу

попередження НС (7) необхідно розглянути можливість вирішення окремих задач з послідовного формування акустичного ряду спектрів $\Psi_{НС}^I(t)$, які мають місце в осередку небезпеки, а саме задач з формування діапазону застосування когнітивного роботу контролю небезпеки поширення надзвичайної ситуації $\Upsilon_{контр}^{НС}$, формування $\Upsilon_{фор}^{НС}$ та порівняння акустичних образів небезпеки НС на потенційно-небезпечних об'єктах з використанням генетичних алгоритмів $\Upsilon_{порів}^{НС}$.

Метою забезпечення ефективного процесу контролю акустичного випромінювання осередку НС на ПНО, в рамках вирішення основного рівняння зв'язку процесу попередження НС на ПНО (2) необхідно розглянути можливість вирішення окремих задач з послідовного формування акустичного ряду спектрів $\Psi_{НС}^J(t)$, які мають місце в осередку небезпеки, а саме задач розміщення засобів контролю, формування акустичних образів небезпеки та порівняння останніх з акустичним навантаженням технологічного процесу функціонування ПНО.

Висновки

Проаналізувавши сучасний стан досліджень за визначеною темою слід відзначити наступне - дослідження з різною долею ефективності щодо розробки новітніх підходів з попередження надзвичайних ситуацій унаслідок пожежі на потенційно-небезпечних об'єктах проводяться всіма провідними країнами світу. Від так подальші авторські дослідження повинні бути направлені на вирішення актуальної науково-практичної проблеми, а саме – попередження надзвичайних ситуацій унаслідок пожежі на потенційно-небезпечних об'єктах за рахунок розробки та застосування нових інженерно-технічних методів, які спираються на можливості сучасних технологій контролю акустичного випромінювання осередку небезпеки та мають відповідний математичний апарат.

Розроблено математичну модель попередження надзвичайної ситуації унаслідок пожежі з осередком виникнення усередині потенційно-небезпечного об'єкту, яка складається з системи рівнянь, а саме рівняння зв'язку між інтегральним показником наслідків надзвичайної ситуації та змінними чинниками спектральної та фрактальної обробки акустичного сигналу з осередку надзвичайної ситуації, та рівняння вибору рішень окремих задач з послідовного формування акустичного ряду спектрів, які мають місце в осередку небезпеки, а саме задач розміщення засобів контролю, формування акустичних образів небезпеки та

порівняння останніх з акустичним навантаженням технологічного процесу функціонування ПНО.

Література

1. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2018 рік. [Електрон.ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dsns.gov.ua/ua/Analitichniy-oglyad-stanu-tehnogennoyi-ta-prirodnoyibezepeki-v-Ukrayini-za-2017-rik.html>
2. Hietaniemi, Jukka & Mikkola, Esko. (n.d.) Minimising fire risks at chemical storage facilities. Basis for the guidelines for safety engineers. Espoo 1997, Technical Research Centre of Finland, VTT Tiedotteita – Meddelanden – Research Notes 1811. 32.
3. Guido Wehmeier, Konstantinos Mitropetros (2016) Fire Protection in the Chemical Industry. *Chemical engineering transactions*, 48, 259-264
4. Wehmeier, G. (2012) DECHEMA/ProcessNet Arbeitskreis, Brandschutz in der Chemischen Industrie, VDS Fachtagung Brandschutz in der Chemischen Industrie, Koln, VDS 3664
5. International Alert Saferworld University of Bradford SEESAC. (2005) Ammunition stocks: Promoting safe and secure storage and disposal. Briefing 18: Biting the Bullet ISBN:1-898702-63-2 February, 36
6. Michael J. Hosch and John Jarvis (2016) Special Focus Industry Support & Challenges Fire Protection in Army Aircraft Hangars: Is Yours Up to Date issue of ARMY AVIATION Magazine December, 38-41
7. Samuel Paunila, Andrew Hoole (n.d.) Ammunition safety management preventing loss of life and property, and diversion from stockpiles. Libya. Source Threat Resolution Ltd. COUNTER-IED Report, Winter 2015/16, 86-92
8. Joshua Dinaburg, D. T. G. (2012). Fire Detection in Warehouse Facilities: Fire Protection Research Foundation 2012
9. Leggett, D. J. 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
10. 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)
11. Hidenori Maruta, Akihiro Nakamura, Fujio Kurokawa, (2012) “Smokedetection in open areas with texture analysis and support vectormachines”, *IEEJ Trans Electron Eng*, 7, S1, 59-70
12. 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
13. Левтеров, О.А. Виявлення надзвичайної ситуації техногенного характеру за акустичним випромінюванням осередку небезпеки. [Текст] / О.А. Левтеров // *Комунальне господарство міст*, 2019, том 5, випуск 151 DOI 10.33042/2522-1809-2019-5-151-100-106. С. 100-106

References

1. Analitichnyi ohliad stanu tekhnogennoi ta pryrodnoi bezpeky v Ukraini za 2018 rik. (n.d.) Retrieved from <http://www.dsns.gov.ua/ua/Analitichniy-oglyad-stanu->

tehnogennoi-ta-prirodnoyibezpeki-v-Ukrayini-za-2017-rik.html

2. Hietaniemi, Jukka & Mikkola, Esko. (n.d.) Minimising fire risks at chemical storage facilities. Basis for the guidelines for safety engineers. Espoo 1997, Technical Research Centre of Finland, VTT Tiedotteita – Meddelanden – Research Notes 1811. 32.

3. Guido Wehmeier, Konstantinos Mitropetros (2016) Fire Protection in the Chemical Industry. *Chemical engineering transactions*, 48, 259-264

4. Wehmeier, G. (2012) DECHEMA/ProcessNet Arbeitskreis, Brandschutz in der Chemischen Industrie, VDS Fachtagung Brandschutz in der Chemischen Industrie, Köln, VDS 3664

5. International Alert Saferworld University of Bradford SEESAC. (2005) Ammunition stocks: Promoting safe and secure storage and disposal. Briefing 18: Biting the Bullet ISBN:1-898702-63-2 February, 36

6. Michael J. Hosch and John Jarvis (2016) Special Focus Industry Support & Challenges Fire Protection in Army Aircraft Hangars: Is Yours Up to Date issue of ARMY AVIATION Magazine December, 38-41

7. Samuel Paunila, Andrew Hoole (n.d.) Ammunition safety management preventing loss of life and property, and diversion from stockpiles. Libya. Source Threat Resolution Ltd. COUNTER-IED Report, Winter 2015/16, 86-92

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

9. Leggett, D. J. 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

10. 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)

11. Hidenori Maruta, Akihiro Nakamura, Fujio Kurokawa, (2012) “Smokedetection in open areas with texture analysis and support vectormachines”, *IEEJ Trans Electron Eng*, 7, S1, 59–70

12. 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

13. Lievtierov, O.A. (2019) Vyavleniia nadzvychainoi sytuatsii tekhnohennoho kharakteru za akustychnym vuprominiuvanniam oseredku nebezpeky. *Komunalne hospodarstvo mist*, 5, 151, 100-106. DOI 10.33042/2522-1809-2019-5-151-100-106.

Рецензент: д.т.н., с.н.с., начальник наукового відділу проблем цивільного захисту та техногенно-екологічної безпеки науково-дослідного центру Р.І. Шевченко, Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна

Автор: ЛЕВТЕРОВ Олександр Антонович
кандидат технічних наук, доцент
Національний університет цивільного захисту України

E-mail - alionterra@gmail.com

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

DEVELOPMENT OF THE MATHEMATICAL MODEL EMERGENCY PREVENTION IN OF A FIRE WITH THE SEAT OF OCCURRENCE OUTSIDE A POTENTIALLY HAZARDOUS FACILITY

A. Levterov

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Modern methods and means of detecting fire at outside a potentially hazardous facility have been analyzed. The detection of an emergency situation as a result of the fire by the physical factors accompanying the combustion processes was considered. The main factors of the combustion process have been considered. Occurrence of initiating factors of hazard into two groups: internal, where factors of anthropogenic origin are dominant and external, where factors of natural origin are dominant is proposed to divide. A mathematical model for the prevention of emergencies resulting from a fire at potentially hazardous objects in order to prevent their spread and escalate to more significant levels of development, as well as to reduce false alarms of safety devices. Dominant external fire hazards have been identified. The mathematical model which consist system of the equations has been described. These determine the dependence of the acoustic spectrum emergency seat of fire outside a potentially hazardous facility and temporary phases of growth consequences. It is the task of placing the means of control and formation of acoustic images and fractional fractal dimension of hazard and comparing the latter with the acoustic loads of the technological process of functioning potentially hazardous facility. An effective emergency detection as a result of the fire based on its conditions of use has been determined. Further areas of research aimed at preventing emergencies from fire at potentially hazardous sites have been proposed. This is achieved through the development and application of new engineering techniques that build on the capabilities of current acoustic radiation control technologies of the hazard seat. A methodology for the formation of acoustic hazard images and comparing the latter with acoustic images of the technological process of the operation potentially dangerous object has been proposed.

Keywords: acoustic method, mathematical model, emergency prevention, fractal analysis, spectral analysis