

В.В. Стрілець

Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна

ЗАКОНОМІРНОСТІ ВИКОНАННЯ ТИПОВИХ ОПЕРАЦІЙ ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ІМПУЛЬСНИМ ХАРАКТЕРОМ ВИКИДАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН

В роботі показано, що існує протиріччя між можливими варіантами здійснення терористичних актів, пов'язаних з вибухом малогабаритних вибухонебезпечних предметів з елементами, які містять небезпечні хімічні речовини, існуючими новими зразками захисних пристроїв та методичним забезпеченням підготовки особового складу рятувальних підрозділів до цих дій. Проведені експериментальні дослідження, в яких приймали участь випробовувані, що навчаються піротехнічній справі, з числа курсантів Національного університету цивільного захисту України та Навчального центру оперативно-рятувальної служби цивільного захисту Державної служби з надзвичайних ситуацій України, показали, що розподіл часу виконання типових операцій попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних з імпульсним характером викидання небезпечних хімічних речовин з рівнем значимості $\alpha=0,05$ є нормальним. При цьому математичне очікування часу виконання однотипних типових операцій суттєво відрізняється в залежності від засобів індивідуального захисту рятувальників, в яких вони працюють. Відмічено, що перспективним напрямком досліджень є розробка нових нормативів для вдосконалення первинної підготовки особового складу піротехнічних підрозділів до попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних з імпульсним характером викидання небезпечної хімічної речовини, яке ініціюється малогабаритним вибухонебезпечним предметом.

Ключові слова: малогабаритний вибухонебезпечний предмет, небезпечні хімічні речовини, імпульсний викид, закономірності діяльності, рятувальники.

Постановка проблеми

Підвищення рівня терористичної небезпеки у всьому світі, у тому разі пов'язаного із застосуванням небезпечних хімічних речовин (НХР) на об'єктах з масовим перебуванням людей, вимагає удосконалення оперативних дій як рятувальних підрозділів, що залучаються до ліквідації такого роду надзвичайних ситуацій, так і персоналу цих об'єктів. Одним з напрямків такої діяльності є локалізація надзвичайної ситуації у разі вибуху малогабаритного вибухонебезпечного предмету з елементами, які містять небезпечні хімічні речовини. Проте відсутність відповідного наукового забезпечення стримує впровадження в практичну діяльність оперативних підрозділів нових зразків захисних пристроїв, у тому разі захисного пристрою для транспортування та знищення вибухонебезпечних предметів [1], який пройшов апробацію в підрозділах ДСНС України

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Визначення рекомендацій щодо оперативних дій, пов'язаних з локалізацією вибухонебезпечних предметів, розглядають з двох різних позицій. По-перше, з точки зору аналізу існуючих алгоритмів

бойової роботи особового складу піротехнічного підрозділу [2]. По-друге, з точки зору вибухового ураження піротехніків [3], коли вони застосовують засоби індивідуального захисту саперів різного класу [4].

Питання роботи із спеціалізованими захисними пристроями колективного користування не розглядаються. В першу чергу це пов'язано з тим, що на сьогоднішній день самі великі труднощі виникають [5] під час виявлення та нейтралізації вибухового пристрою. При цьому використання вибухових речовин у всьому світі при проведенні терористичних актів відродило інтерес як до дослідження вибухів, так і до вивчення способів запобігання або пом'якшення шкоди від застосування вибухових речовин у взаємодії з елементами, що містять небезпечні хімічні речовини [6]. Емпіричний шлях вирішення задач в цій області [7] підтвердив, що в цій галузі існують серйозні проблеми. Теоретичні дослідження в області захисту від вибуху можуть бути розділені на дві області [8]. По-перше, це розуміння того, як поширюються навантаження від вибухових і ударних хвиль. В більшості випадків аналізується їх проходження через середовище, що має різний

фізичний склад [9]. Також здійснюється й аналіз таких навантажень під час проходження через різноманітні геометричні форми [10]. І, по-друге, вивчення пом'якшуючих механізмів для мінімізації збитку від удару і вибухового навантаження [11]. Проте, в цих випадках особливості оперативної діяльності, пов'язані з можливим впливом небезпечних хімічних речовин не розглядається.

Розробка рекомендацій особовому складу рятувальних підрозділів на сьогоднішній день відбувається за результатами дослідження процесу оперативної діяльності. В той же час у більшості випадків його розглядають з позицій організації відповідних робіт на державному рівні [12-14], але при цьому дії конкретного підрозділу не аналізуються.

В [15] відзначено, що в основі конкретних оперативних рекомендацій, як правило, повинні лежати результати математичного моделювання. Але для його здійснення необхідно знати закономірності оперативної діяльності рятувальників. В той же час, виконання окремих дій піротехніками аналізується достатньо рідко. При цьому, як правило, надаються [16,17] експертні оцінки фахівців стосовно особливостей проведення піротехнічних робіт в окремому кризисному районі. В [18] наведені імітаційні моделі виконання найбільш складних типових процесів піротехнічних підрозділів, проте, вони обмежені простим відображенням існуючих алгоритмів бойової роботи піротехніків і не відображають особливості, пов'язані з небезпечними хімічними речовинами.

Все це свідчить, що коригування існуючих оперативних процедур рятувальниками в процесі попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних з імпульсним характером викидання небезпечних хімічних речовин вимагає знання закономірностей виконання типових операцій особовим складом піротехнічного підрозділу. Відповідно, завданням дослідження є розкриття закономірностей діяльності рятувальників під час герметизації захисного пристрою [1] у разі його використання для попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних з елементами небезпечних хімічних речовин, що дасть змогу вирішити актуальну науково-практичну задачу оптимізації проведення відповідних аварійно-рятувальних робіт, яка відповідатиме методологічному апарату проблематики цивільного захисту.

Формування мети статті

Метою дослідження є розкриття закономірностей діяльності особового складу

піротехнічного підрозділу під час виконання типових операцій попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних з вибухом малогабаритного вибухонебезпечного предмету з елементами небезпечних хімічних речовин (МВНП НХР).

Виклад основного матеріалу

У зв'язку з цим були проведені експериментальні дослідження, в яких брали участь випробовувані, що навчаються піротехнічній справі, з числа курсантів Національного університету цивільного захисту України та Навчального центру оперативно-рятувальної служби цивільного захисту Державної служби з надзвичайних ситуацій України.

Отримані результати по кожній операції, яка використовується у відповідності до графічної моделі, що наведена на рис.1, під час попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних з імпульсним характером викидання небезпечних хімічних речовин, оскільки у кожному випадку використовувалися вибірки з об'ємом $n = 20 < 30$, були перевірені на нормальність розподілу за критерієм Шапіро-Уїлкі [19].

Для цього, наприклад, стосовно до накриття захисного пристрою герметичним покривалом (робота 7-8) в засобах індивідуального захисту органів дихання (див. табл. 1) спочатку були розраховані середнє значення часу накриття

$$\bar{t}_{4C} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{4C_i}}{n}, \quad (1)$$

де t_{4C_i} – час накриття захисного пристрою i -им досліджуваним, с;
середньоквадратичне відхилення

$$\sigma_{t_{4C}} = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (t_{4C_i} - \bar{t}_{4C})^2}, \quad (2)$$

Та

$$n \cdot m_2 = \sum_{i=1}^n (t_{4C_i} - \bar{t}_{4C})^2 = 759,42, \quad (3)$$

де m_2 – вибірковий центральний момент другого порядку.

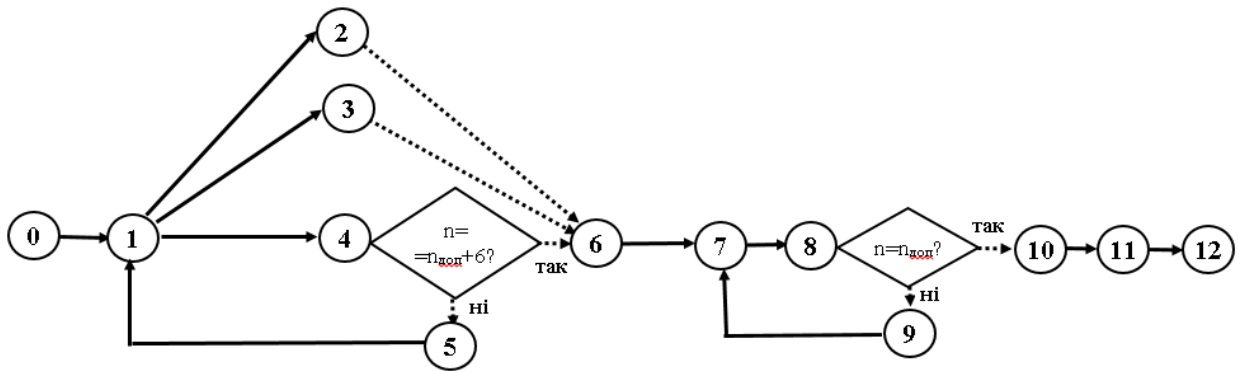


Рис. 1. Графічна модель локалізації надзвичайної ситуації, пов’язаної з малогабаритним вибухонебезпечним предметом з елементами, які містять небезпечні хімічні речовини, за допомогою захисного пристрою куполоподібної форми

Наведені на графічній моделі роботи мають наступний фізичний зміст:

0-1 – одягання засобів індивідуального захисту; 1-2 – підготовка МВНП НХР до локалізації; 1-3 – перенесення захисного пристрою місця знаходження МВНП НХР; 1-4 – перенесення одиниці додаткового навантаження до місця знаходження МВНП НХР; 2-6 (3-6) – фіктивна робота, яка відображає той факт, що підготовка МВНП НХР (робота 1-2) або перенесення захисного пристрою (робота 1-3), а також а також перенесення додаткового навантаження (1-6) можуть виконуватись незалежно друг від друга, але до початку наступної роботи (6-7) обов’язково повинні закінчитися; (4-5) – фіктивна робота, яка відображає

той факт, що перенесені не всі елементи додаткового навантаження, які необхідно задіяти для реалізації способу; (4-6) – фіктивна робота, яка відображає факт перенесення до місця знаходження МВНП НХР всіх елементів додаткового навантаження; (6-7) – встановлення захисного пристрою; (7-8) – накриття захисного пристрою герметичним покривалом; (8-9) – встановлення елемента додаткового навантаження поверх герметичного покривала; (8-10) – фіктивна робота, яка відображає факт розміщення на захисному пристрої поверх герметичного покривала всіх елементів додаткового навантаження; (10-11) – встановлення захисного обвалування; (11-12) – завершальні операції.

Таблиця 1

Результати накриття захисного пристрою герметичним покривалом в засобах індивідуального захисту органів дихання

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_{i,c}$	67,3	54,1	45,2	46,9	48,4	60	55,2	52,2	56,3	47,2
$(t_i - \bar{t}_i)^2$	164,3524	0,1444	86,1184	57,4564	36,9664	30,4704	0,5184	5,1984	3,3124	52,9984
n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$t_{i,c}$	33,4	32,7	36,3	34,4	34,6	35,1	35	35,1	32,8	34,3
$(t_i - \bar{t}_i)^2$	12,390	7,952	0,000	16,974	0,006	5,856	165,894	144,480	15,054	15,366
$\bar{t}_{,c}$	54,48									
$\sigma_{,c}$	6,5755									
$n \cdot m_2$	4962,19									

Оскільки оцінки t_i є результатом обробки незалежних спостережень, вони були розташовані в порядку неспадання і позначені символами $t_1, t_2, \dots, t_{n=20}$. В таблиці 2 приведена впорядкована серія отриманих значень часу оперативного розгортання.

Це дозволило обчислити проміжну суму S по формулі:

$$S = \sum_i^k a_{n-i+1} \cdot (t_{(n-i+1)} - t_i) = 27,96, \quad (4)$$

де k – індекс, який має значення від 1 до $n/2 = 12$; a_{n-i+1} – коефіцієнт, який має спеціальні значення для обсягу вибірки n (його значення, що наведені в таблиці 2, взяті з таблиці 10 [19]).

Таблиця 11 [16] для рівня значимості $\alpha=0,05$ та $n=20$ дає значення $W_{\text{табл}} = 0,905$.

Оскільки

$$W = \frac{S^2}{n \cdot m^2} = \frac{781,74}{821,51} = 0,952 \geq W_{\text{табл}} = 0,905, \quad (5)$$

розподіл у відповідності до [19] вважається нормальним.

Таблиця 2

Упорядкована серія отриманих значень часу накриття захисного пристрою герметичним покривалом в засобах індивідуального захисту органів дихання

k	$t_{(20-k+1)}, c$	t_k, c	$t_{(20-k+1)} - t_k, c$	a_{n-k+1}	$a_{n-k+1} \cdot (t_{(20-k+1)} - t_k)$
1	2	3	4	5	6
1	67,3	41,6	25,700	0,449	11,547
2	66,5	45,2	21,300	0,310	6,599
3	60,0	46,9	13,100	0,255	3,346
4	58,6	47,2	11,400	0,215	2,445
5	58,4	48,4	10,000	0,181	1,807
6	58,0	50,6	7,400	0,151	1,119
7	57,3	52,2	5,100	0,125	0,635
8	56,9	54,1	2,800	0,100	0,279
9	56,3	54,4	1,900	0,076	0,145
10	55,2	54,5	0,700	0,054	0,038
S					27,960
S ²					781,743

Розрахунки, аналогічні (1)-(5), були виконані також для аналізу часу інших типових операцій, які виконуються (рис.1) в процесі попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних з імпульсним характером викидання небезпечних хімічних речовин, за допомогою захисного пристрою куполоподібної форми. Вони показали, що з рівнем значимості $\alpha=0,05$ їх можна вважати нормальними.

Наявність оцінок математичних очікувань і середньоквадратичних відхилень часу виконання типових операцій дозволило виконати перевірку того, наскільки значимо різняться середні значення, отримані по незалежних вибірках дослідження, використовуючи t-критерій Ст'юдента [20].

В цьому випадку, наприклад для ситуацій, коли порівнюється час накриття захисного пристрою герметичним покривалом особовим складом, який був в першому випадку у фільтрувальних протигазах (ФП), а в другому – в комбінації бронезилету Модуль-4С та фільтрувального протигазу (Б-ФП) (різниця між середніми для цієї операції загального процесу попередження надзвичайної ситуації у відповідності до рис.1 була найменшою), розглядалась гіпотеза

$$H_0 : \bar{t}_L(\Pi) = \bar{t}_L(K) \quad (6)$$

та її альтернатива

$$H_1 : \bar{t}_L(\Pi) \neq \bar{t}_L(K), \quad (7)$$

яка доводить відмінність середніх значень.

З метою вибору конкретної методики розрахунку t-критерію [21] спочатку була перевірена гіпотеза про рівність дисперсій. У якості критерію для перевірки нуль-гіпотези

$$H_0 : \sigma_L(\Pi) = \sigma_L(K) \quad (8)$$

був обраний F-критерій

$$F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} = \frac{1,60}{1,15} = 1,39, \quad (9)$$

де σ_1^2 – більша з оцінок дисперсій в двох вибірках.

При цьому критичне значення $F_{кр}$, яке при рівні значимості $\alpha = 0,05$ та числі ступенів свободи

$$\nu_L(\Pi) = n_L(\Pi) - 1 = 19, \nu_L(K) = n_L(K) - 1 = 19, \quad (10)$$

де $n_L(\Pi) = n_L(K) = 20$ – кількість оперативних розрахунків, які виконували операцію накриття захисного пристрою герметичним покривалом, дорівнює [18]

$$F_{кр} = F_{табл} = 2,15. \quad (11)$$

Видно, що в розглянутих випадках правомірною визнається нуль-гіпотеза (8) та

$$S_{L(\Pi-K)}(ОПІ) = \sqrt{\frac{(n_L(\Pi) - 1) \cdot \sigma_L^2(\Pi) + (n_L(K) - 1) \cdot \sigma_L^2(K)}{n_L(\Pi) + n_L(K) - 2} \cdot \left(\frac{1}{n_L(\Pi)} + \frac{1}{n_L(K)} \right)} = \sqrt{\frac{(20-1) \cdot 1,15 + (20-1) \cdot 1,60}{20+20-2} \cdot \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{20} \right)} = 0,371; \quad (12)$$

$$n_L(\Pi) + n_L(K) - 2 = 38. \quad (13)$$

В результаті

$$t_{набл} = \frac{|\bar{t}_L(\Pi) - \bar{t}_L(K)|}{S_{L(\Pi-K)}(ОПІ)} = \frac{|32,22 - 35,24|}{0,371} = 8,14. \quad (14)$$

Оскільки

$$t_{набл} = 8,14 > t_{табл}(\alpha = 0,05) = 2,04, \quad (15)$$

можна говорити, що при рівні значимості $\alpha=0,05$ результати, отриманні під час накриття захисного пристрою герметичним покривалом у фільтрувальних протигазах та у комбінації бронезилету Модуль-4С та фільтрувального протигазу відрізняються суттєво.

Висновки

Підвищення рівня терористичної безпеки пов'язаного із застосуванням небезпечних хімічних речовин у всьому світі вимагає удосконалення оперативних дій рятувальних підрозділів під час попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних з імпульсним характером викидання небезпечної хімічної речовини, яке ініціюється малогабаритним вибухонебезпечним предметом.

Впровадження в практичну діяльність нових зразків захисних пристроїв вимагає знання закономірностей виконання типових операцій в процесі локалізації за їх допомогою можливої надзвичайної ситуації у разі вибуху малогабаритного вибухонебезпечного предмету з елементами, які містять небезпечні хімічні речовини.

Аналіз виконання типових операцій, які виконуються в процесі попередження такого роду надзвичайних ситуацій за допомогою захисного

допускається рівність дисперсій при накритті захисного пристрою герметичним покривалом як у ФП, так і в комбінації Б-ФП.

Виходячи з цього, стандартна помилка різниці $S_L(ОПІ)$, з урахуванням того, що вибірки малого розміру (<30), та число ступенів свободи при обчисленні t -критерію розраховуються [21] наступним чином

пристрою куполоподібної форми, показав, що розподіл часу їх проведення з рівнем значимості $\alpha=0,05$ є нормальним. При цьому математичне очікування часу виконання однотипних типових операцій суттєво відрізняється в залежності від засобів індивідуального захисту рятувальників, в яких вони працюють.

Перспективним напрямком досліджень є розробка нових нормативів для вдосконалення первинної підготовки особового складу піротехнічних підрозділів до попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних з імпульсним характером викидання небезпечної хімічної речовини, яке ініціюється малогабаритним вибухонебезпечним предметом.

Література

1. Стецюк, Є.І. Проблеми гуманітарного розмінування, яке здійснюється піротехнічними підрозділами ДСНС України на території Донецької та Луганської областей [Текст] / А.М. Бевз, І.О. Толкунов, Є.І. Стецюк // *Забезпечення правопорядку на території проведення Операції Об'єднаних Сил: Збірник матеріалів першого спеціалізованого Всеукраїнського науково-практичного семінару, м. Маріуполь, 12 жовтня 2018 р. Маріуполь, 2018. – С.149-158.*
2. Xiao, T., Horberry, T., Cliff, D (2015). Analysing mine emergency management needs: a cognitive work analysis approach. *International Journal of Emergency Management (IJEM)*. Vol. 11, No. 3. 191–208. Retrieved from: <http://www.inderscience.com/offer.php?id=71705>
3. Toan Dang Qua. (2015). Train-the-Trainer Trauma Care Program in Vietnam. *Journal of Conventional Weapons Destruction*. Vol. 19, Issue 1. Article 9. Retrieved from: <http://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol19/iss1/9>
4. Smith, A. (2017). An APT Demining Machine. *Journal of Conventional Weapons Destruction*. Vol. 21, Issue 2. Article 15. Retrieved from : <http://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol21/iss2/15>
5. Hadjadj, A., Sado, O. (2013). Shock and blast wave mitigation. *Shock Waves*. 2013. Vol. 23. Retrieved from doi:<https://doi.org/10.1007/s00193-012-0429-0>

6. Tyas, A., Rigby, S. E., Clarke, S. D. (2014). *Preface on special edition on blast load characterization. Int J ProtStruct. Vol. 7, Issue 3.* 302–304. Retrieved from doi: <https://doi.org/10.1177/2041419616666340>

7. Blakeman, S. T., Gibbs, A. R., Jeyasingham, J. (December 2008) A study of mine resistant ambush protected (MRAP) vehicle as a model for rapid defence acquisitions. *MBA Professional Report Monterey Naval School*. Retrieved from: <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a493891.pdf>

8. Sherkar, P., Whittaker, A. S., Aref, A. J. (2010). Modeling the effects of detonations of high explosives to inform blast-resistant design. *Technical Report MCEER-10-0009*. Retrieved from: <http://mceer.buffalo.edu/pdf/report/10-0009.pdf>

9. Armor Thane (2010). Reduces the Impact from Bombs and Bullets. Retrieved from: <https://www.armorthane.com/protective-coating-applications/blast-mitigation-protection.htm>

10. Togashi, E., Baum, J. D., Mestreau, E., Löhner, R., Sunshine, D. (2010). Numerical simulation of long duration blast wave evolution in confined facilities. *Shock Waves. Vol. 20.* 409–424. Retrieved from doi: <https://doi.org/10.1007/s00193-010-0278-7>

11. Snyman, I. M., Mostert, F. J., Olivier, M. (April 2013). Measuring pressure in a confined space. *27th international symposium on ballistics.* 22–26. Retrieved from: <https://www.tib.eu/en/search/id/TIBKAT%3A747220549/Proceedings-27th-International-Symposium-on-Ballistics/>

12. Наказ МНС України від 20.09.2010 № 791 [Текст] «Про затвердження інструкції з організації та проведення робіт з розмінування місцевості на території України підрозділами та спеціалізованими підприємствами МНС».

13. *Руководство по подрывным работам [Текст]– М.: Воениздат. МО СССР, 1969. – 464 с.*

14. Наказ ДСНС України від 9.03.2016 № 116 [Текст] «Про затвердження методичних рекомендацій щодо організації та порядку проведення нетехнічної розвідки територій, імовірно забруднених (забруднених) вибухонебезпечними предметами».

15. Changgen Feng, Baoming Li. (21–25 October 2018). Defence Technology. *1st International Conference on Defence Technology. Beijing, China. Volume 14, Issue 5.* 357–642. Retrieved from doi: [https://doi.org/10.1016/S2214-9147\(18\)30442-2](https://doi.org/10.1016/S2214-9147(18)30442-2)

16. Toan, Dang Quang. (2015). Train-the-Trainer Trauma Care Program in Vietnam. *Journal of Conventional Weapons Destruction: Vol. 19 : Iss. 1 , Article 9.* Retrieved from <http://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol19/iss1/9>

17. Lauritzen, Erik. (2014). Lessons From Lebanon: Rubble Removal and Explosive Ordnance Disposal. *Journal of Conventional Weapons Destruction: Vol. 18 : Iss. 1 , Article 9.* Retrieved from: <http://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol18/iss1/9>

18. Розробка рекомендацій щодо підвищення рівня індивідуальної безпеки особового складу піротехнічних підрозділів при вилученні, транспортуванні та знищенні вибухонебезпечних предметів [Текст]: Звіт про НДР (заключ.) / НУЦЗУ; кер. Вальченко О.І.; вик.: Стецюк Є.І. [та ін.] – Харків, 2015. – 99 с. – № ДР 0114U002245.

19. *Статистические методы. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения [Текст]: ГОСТ Р ИСО 5479-31 с.*

20. Митропольский, А.К. *Техника статистических вычислений [Текст] / А.К. Митропольский – Главная редакция физико-математической литературы издательства "Наука", 1971. – 576 с.*

21. Халафян, А.А. *STATISTICA 6 Статистический анализ данных [Текст]/ А.А. Халафян. – М.: 000 «Бином-Пресс», 2007. — 512 с.*

References

1. Bevez, A.M., Tolkunov, Г.О., Steczyuk, Ye.Г. (2018). Problemi gumanitarnogo rozmi'nuvannya, yake zdi'snyuyet'sya pi'rotekhnichnimi pi'drozdi'lami DSNS Ukrayini na teritori'yi Donecz'koyi ta Lugans'koyi oblasti. *Zabezpechennya pravoporyadku na teritori'yi provedennya Operaczi'yi Ob'yednanikh Sil: Zbi'rnik materi'ali'v pershogo speczi'ali'zovanogo Vseukrayins'kogo naukovo-praktichnogo semi'naru, m. Mari'upol', 12 zhovtnya 2018 r. Mari'upol', 2018.* 149-158.
2. Xiao, T., Horberry, T., Cliff, D (2015). Analysing mine emergency management needs: a cognitive work analysis approach. *International Journal of Emergency Management (IJEM). Vol. 11, No. 3.* 191–208. Retrieved from: <http://www.inderscience.com/offer.php?id=71705>
3. Toan Dang Qua. (2015). Train-the-Trainer Trauma Care Program in Vietnam. *Journal of Conventional Weapons Destruction. Vol. 19, Issue 1. Article 9.* Retrieved from: <http://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol19/iss1/9>
4. Smith, A. (2017). An APT Demining Machine. *Journal of Conventional Weapons Destruction. Vol. 21, Issue 2. Article 15.* Retrieved from : <http://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol21/iss2/15>
5. Hadjadj, A., Sado, O. (2013). Shock and blast wave mitigation. *Shock Waves. 2013. Vol. 23.* Retrieved from doi: <https://doi.org/10.1007/s00193-012-0429-0>
6. Tyas, A., Rigby, S. E., Clarke, S. D. (2014). *Preface on special edition on blast load characterization. Int J ProtStruct. Vol. 7, Issue 3.* 302–304. Retrieved from doi: <https://doi.org/10.1177/2041419616666340>
7. Blakeman, S. T., Gibbs, A. R., Jeyasingham, J. (December 2008) A study of mine resistant ambush protected (MRAP) vehicle as a model for rapid defence acquisitions. *MBA Professional Report Monterey Naval School*. Retrieved from: <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a493891.pdf>
8. Sherkar, P., Whittaker, A. S., Aref, A. J. (2010). Modeling the effects of detonations of high explosives to inform blast-resistant design. *Technical Report MCEER-10-0009*. Retrieved from: <http://mceer.buffalo.edu/pdf/report/10-0009.pdf>
9. Armor Thane (2010). Reduces the Impact from Bombs and Bullets. Retrieved from: <https://www.armorthane.com/protective-coating-applications/blast-mitigation-protection.htm>
10. Togashi, E., Baum, J. D., Mestreau, E., Löhner, R., Sunshine, D. (2010). Numerical simulation of long duration blast wave evolution in confined facilities. *Shock Waves. Vol. 20.* 409–424. Retrieved from doi: <https://doi.org/10.1007/s00193-010-0278-7>
11. Snyman, I. M., Mostert, F. J., Olivier, M. (April 2013). Measuring pressure in a confined space. *27th international symposium on ballistics.* 22–26. Retrieved from: <https://www.tib.eu/en/search/id/TIBKAT%3A747220549/Proceedings-27th-International-Symposium-on-Ballistics/>

12. Nakaz MNS Ukrayini N 791. (2010). *Pro zatverdzhennya i`nstrukci`yi z organi`zacii`yi ta provedennya rob`it z rozmi`nuvannya mi`sczevosti` na teritori`yi Ukrayini pi`drozdi`lami ta speczi`ali`zovanimi pi`dpriyemstvami MNS.*

13. *Rukovodstvo po podry`vny`m robotam.* (1969). M.: Voenizdat. MO SSSR. 464.

14. Nakaz DSNS Ukrayini N 116. (2016). *Pro zatverdzhennya metodichnikh rekomendaczi`j shhodo organi`zacii`yi ta poryadku provedennya netekhnichnoyi rozvi`dki teritori`j, i`movi`rno zabrudnenikh (zabrudnenikh) vibukhonebezpechnimi predmetami.*

15. Changgen Feng, Baoming Li. (21–25 October 2018). Defence Technology. *1st International Conference on Defence Technology, Beijing, China. Volume 14, Issue 5.* 357–642. Retrieved from doi: [https://doi.org/10.1016/S2214-9147\(18\)30442-2](https://doi.org/10.1016/S2214-9147(18)30442-2)

16. Toan, Dang Quang. (2015). Train-the-Trainer Trauma Care Program in Vietnam. *Journal of Conventional Weapons Destruction: Vol. 19 : Iss. 1 , Article 9.* Retrieved from <http://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol19/iss1/9>

17. Lauritzen, Erik. (2014). Lessons From Lebanon: Rubble Removal and Explosive Ordnance Disposal. *Journal of Conventional Weapons Destruction: Vol. 18 : Iss. 1 , Article 9.* Retrieved from: <http://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol18/iss1/9>

18. Val`chenko, O.Г.; vik.: Steczyuk, Ye.Г. (2015). Rozrobka rekomendaczi`j shhodo pi`dvishhennya ri`vnya

i`ndivi`dual`noyi bezpeki osobovogo skladu pi`rotekhnichnikh pi`drozdi`li`v pri viluchenni`, transportuvanni` ta znishhenni` vibukhonebezpechnikh predmeti`v. *Technical Report 0114U002245, NUCzZU; Kharki`v.* 99.

19. GOST R ISO 5479. (2002). *Statisticheskie metody`. Proverka otkloneniya raspredeleniya veroyatnostej ot normal`nogo raspredeleniya.*

20. Mitropol`skij, A.K. (1971). *Tekhnika statisticheskikh vy`chislenij. Glavnaya redakciya fiziko-matematicheskoy literatury` izdatel`stva "Nauka".* 576.

21. Khalafyan, A.A. (2007). *STATISTISA 6 Statisticheskij analiz danny`kh. M.: 000 «Binom-Press».* 512.

Рецензент: д-р техн. наук, с.н.с. Р.І. Шевченко, Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна

Автор: СТРИЛЕЦЬ Валерій Вікторович науковий співробітник наукового відділу проблем цивільного захисту та техногенно-екологічної безпеки Національний університет цивільного захисту України
E-mail – vstrelec@yandex.ua
IDORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1913-7878>

REGULARITIES OF PERFORMING TYPICAL OPERATIONS TO PREVENT EMERGENCY SITUATIONS RELATED TO THE PULSE CHARACTER OF EMISSION OF DANGEROUS CHEMICAL

V. Strelets

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Increasing the level of terrorist threat worldwide, in the case of the use of hazardous chemicals at mass-scale facilities, requires the improvement of operational response by both rescue units and emergency personnel of objects. One of the areas of such activity is the localization of an emergency situation in case of explosion of a small explosive object with elements containing dangerous chemical substances.

At the same time, the paper shows that there is a contradiction between the possible variants of terrorist acts related to the explosion of small-sized explosive objects with elements containing dangerous chemicals, existing new models of protective devices and methodological support for the preparation of rescue personnel actions.

On the other hand, the lack of adequate scientific support hinders the implementation of new units of protective devices in the operational activity of the operational units, in the case of a protective device for transporting and destroying explosive objects, which has been tested in the SES units of Ukraine.

Experimental studies involving cadets of the National University of Civil Protection of Ukraine and the Training Center of the Operational Rescue Service of the Civil Protection of the State Emergency Service of Ukraine showed that the allocation of time to perform typical emergency prevention operations related to the impulse character of chemicals with a significance level of $\alpha = 0.05$ is normal. At the same time, the mathematical expectation of the execution time of the same type of operations differs significantly depending on the personal protective equipment of the rescuers in which they work. It is noted that a promising area of research is the development of new standards to improve the initial preparation of personnel of pyrotechnic units to prevent emergencies related to the impulse nature of the discharge of a dangerous chemical substance, which is triggered by small explosive objects.

A promising area of research is the development of new regulations to improve the initial training of personnel of pyrotechnic units to prevent emergencies related to the impulse nature of the discharge of a dangerous chemical substance, which is initiated by a small explosive object.

Keywords: small explosive object, hazardous chemicals, impulse emission, regularities of activity, rescuers