

**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**



**МАТЕРІАЛИ
Міжнародної науково-практичної конференції
«Проблеми пожежної безпеки 2022»
(«Fire Safety Issues 2022»)**



ХАРКІВ 2022

Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми пожежної безпеки 2022» («Fire Safety Issues 2022»). – Х.: НУЦЗ України, 2022. – 410 с.

Організаційний комітет:

Голова оргкомітету

Садковий Володимир – ректор НУЦЗ України, доктор наук з державного управління, професор, Національний університет цивільного захисту України (м. Харків).

Заступник голови комітету

Андронов Володимир – проректор НУЦЗ України з наукової роботи - начальник науково-дослідного центру, доктор технічних наук, професор, Національний університет цивільного захисту України (м. Харків).

Члени комітету

Ключка Юрій – проректор НУЦЗ України з навчальної та методичної роботи, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, Національний університет цивільного захисту України (м. Харків).

Ромін Андрій – начальник факультету пожежної безпеки НУЦЗ України, доктор наук з державного управління, професор, Національний університет цивільного захисту України (м. Харків).

Удянський Микола – начальник факультету цивільного захисту, кандидат технічних наук, доцент, Національний університет цивільного захисту України (м. Харків).

Пономаренко Роман – начальник факультету оперативно-рятувальних сил, доктор технічних наук, професор, Національний університет цивільного захисту України (м. Харків).

Метельов Олександр – начальник факультету техногенно-екологічної безпеки, кандидат технічних наук, доцент, Національний університет цивільного захисту України (м. Харків).

Tünde Anna Kovács – доцент, Факультет інженерії механіки та техніки безпеки, PhD, Університет Обуда (м. Будапешт).

Zoltán Nyíkes – доцент, PhD, Університет Мілтона Фрідмана (м. Будапешт).

Гасанов Халід Шариф огли – начальник кафедри безпеки життєдіяльності, кандидат технічних наук, доцент, Академія МНС Азербайджанської Республіки (м. Баку).

Linda Makovičká Osvaldová – доцент, кафедра протипожежної інженерії, PhD, Жилінський університет, (м. Жиліна).

Саєнко Наталія – доцент кафедри будівельних композиційних матеріалів і технологій, кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний університет будівництва та архітектури (м. Харків).

Пруський Андрій – начальник кафедри профілактики пожеж та безпеки життєдіяльності, доктор технічних наук, доцент, Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту (м. Київ).

Кіріченко Оксана – завідувач кафедри пожежно-профілактичної роботи, доктор технічних наук, професор, Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України (м. Черкаси).

Олійник Володимир – начальник кафедри пожежної і техногенної безпеки об'єктів та технологій, кандидат технічних наук, доцент, Національний університет цивільного захисту України (м. Харків).

Відповідальний секретар

Афанасенко Костянтин – заступник начальника кафедри пожежної і техногенної безпеки об'єктів та технологій, кандидат технічних наук, доцент, Національний університет цивільного захисту України (м. Харків).

Укладачі не несуть відповідальності за зміст опублікованих матеріалів

Розглянуто на засіданні Вченої ради факультету пожежної безпеки (Протокол №1 від 19.09.2022 р.)

*A Myroshnychenko, R. Shevchenko Doctor of Technical Sciences, prof.
National University of Civil Defence of Ukraine Kharkiv, Ukraine
M. Divivzinyuk Doctor of Physical and Mathematical Sciences, prof.
Institute of Environmental Geochemistry of the NAS of Ukraine*

METHODOLOGICAL BASIS OF THE FORMATION OF A MATHEMATICAL APPARATUS FOR WARNING OF EMERGENCY SITUATIONS AT CRITICAL INFRASTRUCTURE FACILITIES

One of the most important elements of the critical infrastructure of any country is the transport infrastructure [1]. Ukraine is no exception. Moreover, the high percentage of technical neglect and the lack of appropriate amounts of funding for infrastructure renewal processes lead to the acceleration of dangerous phenomena at these facilities [2]. A special role is played by the factors of anthropogenic influence on the safety of objects of the critical infrastructure of railway transport. The latter include possible terrorist acts [3].

Analysis of the consequences of emergency situations of a terrorist nature at railway transport facilities, both in the leading countries of the world and in developing countries and Ukraine, prove that the course of the emergency situation in the event of the discovery of an explosive device at the facility is determined by the following chronology of interdependent events, namely: search and identification of an explosive device, localization and disposal of an explosive device, actions after the end of work, which in the event of an emergency situation are accompanied by additional measures to eliminate it.

On the other hand, the analysis of the existing technical equipment of the special services of Ukraine for the neutralization of terrorist devices at railway transport facilities shows the absence today of both effective engineering and technical means and, accordingly, methodological support, namely a set of methods for preventing emergency situations of a terrorist nature with using explosive devices at railway transport facilities [4].

Therefore, there is a problem with the formation of effective methodological approaches, mathematical models and methods, with the prevention of emergency situations of a terrorist nature at railway transport facilities.

The level of the terrorist threat in the world is currently quite high. It affects both countries where armed conflicts continue (primarily in the Middle East and Africa) and Western countries, which until recently were considered quite safe due to the developed system of law enforcement agencies and special services.

In the work [5], the authors emphasize that countering this threat is becoming more and more difficult, given that international terrorism is a phenomenon that has no geographical boundaries and not only poses a danger to individual countries, but also calls into question the stability of the international legal order and the ability to face challenges from international terrorist organizations. Despite the rather clear tasks, the authors ignore the possibility of forming unified approaches to the prevention of the existing threat.

The work [6] examines the peculiarities of terrorist activities inherent in quasi-state entities that claim an independent role in the system of international relations. However, general conclusions regarding the formation of a system of warning against such threats at critical infrastructure facilities are not given in the work.

In the work [7], the authors consider operational actions related to the localization of explosive objects from the point of view of the analysis of the existing combat work algorithms of the personnel of the pyrotechnic unit. However, the peculiarities of the actions of personnel in railway tunnels remained out of the attention of researchers.

Instead, work [8] considered the issue of explosive damage to pyrotechnicians in the zone of liquidation of a possible emergency in a railway tunnel. However, the given recommendations refer only to the determination of the dangerous distance of work, which does not allow their

application in the formation of technical conditions for the creation of means of collective protection.

In work [9], we are talking about the effectiveness of the use of personal protective equipment for sappers of different classes. However, the issue of using the obtained data during work in railway tunnels remains neglected.

In work [10], the authors emphasize that today the greatest difficulties arise during the detection and neutralization of an explosive device in a railway tunnel. However, the range of various issues of working with specialized protective devices of collective protection are not considered.

The authors in work [11] note that the use of explosives around the world during terrorist acts has revived interest both in the study of explosions and in the study of ways to prevent or mitigate harm from the use of explosives. However, the fact that most information falls into the category for official use hinders the creation of commonly used methodological approaches.

In the work [12], the authors rely on empirical research methodology. However, this approach does not allow obtaining a fairly significant array of data, due to the difficulties of the process of regeneration of experimental equipment during explosive experiments. Thus, the collection of statistical data for generalization is a rather serious separate scientific task.

The work [13] presents theoretical studies in the field of explosion protection, namely, the authors investigate how loads from explosive and shock waves spread when they pass through an environment that has a different physical composition. However, the conditions arising in the railway tunnel environment are not considered in the work.

The work [14], which presents theoretical studies in the field of explosion protection taking into account various geometric shapes of the reflective surface, is quite close in content to the previous work. However, as in the previous work, the geometric surfaces inherent in railway tunnels are not considered in the work.

In work [15], the authors considered the issue of warning from another angle. Namely, mitigating mechanisms for minimizing impact damage and explosive load were investigated. However, the recommendations refer to already existing protection systems, which does not allow their application in the development of innovative collective protection systems.

Thus, it was noted in [16] that the basis of specific operational recommendations should, as a rule, be the results of mathematical modeling of complex explosion scenarios. At the same time, most of the existing mathematical models presented in the work are based on the solution of Euler's conservation equation for mass, energy and momentum.

At the same time, each time a new package of applied programs is actually created to solve the developed mathematical model, which in turn illuminates the unsolved part of the previously mentioned problem, namely, related to the creation of a unified mathematical apparatus for researching the processes of preventing terrorist emergencies at critical objects infrastructure, namely directly in railway tunnels.

REFERENCES

1. Wray, C. (2017). Keeping America Secure in the New Age of Terror. *Statement Before the House Homeland Security Committee*. Washington, D.C. November 30, 2017. Retrieved from: <https://www.fbi.gov/news/testimony/keeping-america-secure-in-the-new-age-of-terror>.
2. Gus, M. (2017). *Understanding Homeland Security*. Los Angeles : SAGE, 456 pp.
3. Lundberg, R. (2019). Archetypal Terrorist Events in the United States. *Studies in Conflict & Terrorism*. 42:9, 819–835. doi: <https://doi.org/10.1080/1057610X.2018.1430618>.
4. Mauroni, A. (2019). The rise and fall of counter proliferation policy. *The Nonproliferation Review*. 26:1-2, 127–141. doi: <https://doi.org/10.1080/10736700.2019.1593691>.
5. Skilling, L. & Zapasnik, M. (2017). Addressing the Explosive Hazard Threat in Northern Syria: Risk Education on Landmines, UXO, Booby Traps, and IEDs. *Journal of Conventional Weapons Destruction*. Vol. 21. Iss. 2. Article 14. Retrieved from: <https://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol21/iss2/14>.

6. 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>.
7. Toan, D. Q. (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>.
8. Smith, A. (2017). An APT Demining Machine. *Journal of Conventional Weapons Destruction*. Vol. 21. Iss. 2. Article 15. Retrieved from: <http://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol21/iss2/15>.
9. Hadjadj, A. & Sado, O. (2013). Shock and blast wave mitigation. *Shock Waves*. Vol. 23, 1–4. doi: <https://doi.org/10.1007/s00193-012-0429-0>.
10. Tyas, A., Rigby, S. E. & Clarke, S. D. (2014). Preface on special edition on blast load characterization. *International Journal of Protective Structures*. Vol. 7. Iss. 3, 302–304. doi: <https://doi.org/10.1177/2041419616666340>.
11. Blakeman, S. T., Gibbs A. R. & Jeyasingham, J. (2012). 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>.
12. Sherkar, P., Whittaker, A. S. & Aref, A. J. (2012). 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>.
13. Armor Thane Reduces the Impact from Bombs and Bullets. Retrieved from: <https://www.armorthane.com/protective-coating-applications/blast-mitigation-protection.htm>.
14. Togashi, E., Baum, J. D., Mestreau, E., Löhner, R. & Sunshine, D. (2012). Numerical simulation of long duration blast wave evolution in confined facilities. *Shock Waves*. Vol. 20, 409–424. doi: <https://doi.org/10.1007/s00193-010-0278-7>.
15. Snyman, I. M., Mostert, F. J. & Olivier, M. (2016). Measuring pressure in a confined space. *27th international symposium on ballistics*, 22–26.
16. Anthistle, T., Fletcher, D. I. & Tyas, A. (2016). Characterization of blast loading in complex, confined geometries using quarter's symmetries per mental methods. *Shock Waves*. Vol. 26(6), 749–757. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s00193-016-0621-8>.

А. Мирошниченко, Р. Шевченко д.т.н., проф.

Національний університет цивільного захисту України м. Харків, Україна

М. Дівізінюк д.ф.-м.н., проф..

Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ОБ'ЄКТАХ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Встановлена необхідність усунення наявних виявлених обмежень математичного апарату. А саме необхідно запропонувати варіанти нормативів для оцінювання оперативних дій піротехніків у літній та зимовий час та за наявності додаткових ускладнюючих факторів небезпеки, на шталт можливості хімічного, радіаційного або бактеріологічного ураження.

Визначено, що отримані результати дозволяють у подальшому розробити низку практичних рекомендацій по вдосконаленню діючих стандартних оперативних процедур з локалізації надзвичайних ситуацій терористичного характеру в тунелях залізничного транспорту з метою недопущенню переростання їх до більш високого рівня небезпеки.

Несен І.О., ад'юнкт ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЗЦ України; Єлагін Г.І., к.х.н., с.н.с., інженер НДЛ інновацій у сфері цивільної безпеки ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЗЦ України; Алексєєва О.С., канд. техн. наук, доцент, провідний н. сотр. НДЛ інновацій ЧПБ

Використання супутникових систем дистанційного зондування землі для моніторингу та запобігання надзвичайних ситуацій у природних екосистемах	283
<i>Матухно В.В., Світличний Д.В.</i> Сучасні підходи сканування поверхневих шарів ґрунту при пошуку вибухонебезпечних предметів	286
<i>Meleshchenko R.G.</i> Risk of disruption of normal conditions	289
<i>Мельниченко А.С., Кустов М.В.</i> Експериментальна перевірка достовірності моделі прогнозування масштабів хімічного ураження	290
<i>A. Myroshnychenko, R. Shevchenko, M. Divivzinyuk</i> Methodological basis of the formation of a mathematical apparatus for warning of emergency situations at critical infrastructure facilities	293
<i>Несен І.О., Єлагін Г.І., Алексєєва О.С., Алексєєв А.Г., Копитін Д.Е., Ножко І.О.</i> Розробка засобів для попередження поширення пожеж на торфовищах	296
<i>O. Polivanov</i> Study of the mechanical properties of the material from which capsules are made for the discrete delivery of fire-extinguishing substances	298
<i>Пономарьов К.А., Дурєєв В.О.</i> Визначення параметрів регулятора адаптивної системи пожежогасіння	301
<i>Поступна О.В., Степанко О.В.</i> Захист освіти в умовах надзвичайних ситуацій: нові виклики та загрози	303
<i>Рагімов С.Ю.</i> Особливості застосування безпілотних літальних апаратів при радіаційних аваріях	306
<i>Рубан А.В.</i> Запобігання надзвичайним ситуаціям на об'єктах будівництва	309
<i>Світлична С.Д.</i> Імітаційне моделювання руйнування типових елементів кріплення під час детонації	311
<i>Смирнов О.М.</i> Розробка технології розбирання 152 мм артилерійських пострілів індексу ВОФ27, як запорука запобіганню надзвичайним ситуаціям	312
<i>Teslenko O.O., Tarasenko O.A.</i> Reliability of explosion hazard assessment methods of production premises using natural gas from the point of view of theory of sets	315