

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

**МАТЕРІАЛИ  
круглого столу (вебінару)  
«ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ  
ТА ЇХ ЛІКВІДАЦІЯ»**



23 лютого 2022 р.  
Харків

аварій і катастроф, що супроводжуються пожежами небезпечних вантажів при їх перевезенні залізничним транспортом.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Положення про функціональну підсистему «Сили і засоби реагування на надзвичайні ситуації на залізничному транспорті». К.: Вид-во "Укрзалізниця". 2009. 206 с.
2. Положення про пожежні поїзди на залізницях України. К.: Вид-во "Укрзалізниця". 2006. 31 с.
3. Рекомендації з гасіння пожеж на об'єктах та на рухомому складі залізничного транспорту. ЦУО-0026. К.: Вид-во "Укрзалізниця". 2005. 175 с.
4. Кацман М.Д. Застосування пожежних поїздів для ліквідації транспортних подій з небезпечними вантажами. Науковий вісник НЛТУ України. Л.: РВВ НЛТУ України. 2012. Вип. 22.12. С. 96–101

**УДК 351.861**

### **ДО ПИТАННЯ ЛІКВІДАЦІ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ РОБОТОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ**

*Тарадуда Д.В., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

На сьогодні для сталого розвитку промислового комплексу України необхідна розвинена система реагування на надзвичайні ситуації (далі НС) та ліквідації їх наслідків, які можуть виникнути як при перевезенні небезпечних вантажів так і при їх експлуатації на потенційно небезпечних об'єктах [1, 2].

Особливо небезпечними є надзвичайні події, які супроводжуються пожежами (вибухами) цистерн з легкозаймистими і горючими рідинами та зрідженими вуглеводневими газами, а також розливом (викидом) небезпечних хімічних чи радіоактивних речовин. Про це свідчить також аналіз наслідків аварії на Чорнобильській АЕС, залізничному транспорті у Львівській області (аварія з викидом жовтого фосфору) тощо [3]. Чимала небезпека також від пожеж твердих горючих матеріалів у рухомому складі залізничного транспорту та на промислових об'єктах. Більш того, ліквідація наслідків НС на таких об'єктах відзначається складністю в організації дій аварійно-рятувальних підрозділів, що обумовлено наявністю великої кількості речовин, що мають різноманітні вибухонебезпечні властивості, зосередженням сил та засобів, особливо на важкодоступних ділянках, тощо.

У зв'язку з вище наведеним, виникає актуальна наукова проблема – висока потенційна небезпека надзвичайних ситуацій, що виникають на об'єктах, на яких експлуатуються чи транспортують небезпечні хімічні, радіоактивні чи вибухонебезпечні речовини.

Для вирішення поставленої наукової проблеми необхідно провести аналіз літературних даних щодо ліквідації наслідків НС на об'єктах, що експлуатують чи транспортують небезпечні хімічні, радіоактивні чи вибухонебезпечні речовини з погляду застосування робототехнічних комплексів.

Початок вітчизняних досліджень з проблеми створення робототехнічних засобів для застосування в екстремальних умовах відноситься до 1986 року. Поштовхом до становлення розвитку проблеми створення робототехнічних засобів стала аварія на Чорнобильській АЕС у 1986 році. Ця аварія стала потужним імпульсом розвитку робототехніки та досвіду застосування таких засобів при ліквідації наслідків НС.

Таким чином, невирішеною частиною проблеми є відсутність ефективної системи управління робототехнічними комплексами в автономному та дистанційному режимах під

час ліквідації наслідків НС як в цілому, так і на потенційно небезпечних об'єктах та об'єктах перевезення небезпечних вантажів зокрема.

Робототехнічний комплекс – це сукупність програмно-алгоритмічних і апаратних рішень, що забезпечують комплексну автоматизацію виконання групи поставлених завдань. Оснащення підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту такими комплексами дає можливість мінімізації залучення особового складу до аварійно-рятувальних чи інших невідкладних робіт у зоні впливу небезпечних хімічних, радіоактивних чи вибухонебезпечних речовин. Однак застосування таких комплексів потребує ефективної системи їх управління для коректної та швидкої роботи.

Управління становищем, зіткненням і зусиллям маніпуляційного робота, засновані на робастних сервосистемах.

У роботі [4] розроблено алгоритм управління робототехнічним комплексом під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, що виникають на об'єктах, на яких експлуатуються чи транспортують небезпечні хімічні, радіоактивні чи вибухонебезпечні речовини. Запропонований алгоритм дозволяє синтезувати реакцію на вхідні команди і характеристики замкнутого контуру цілком незалежно. У роботі пропонується новий силовий контролер, який має дві явні переваги: по-перше, він має робастну структуру сервосистеми, тобто коли ведеться управління зусиллям реакції від середовища, то водночас контролюється стійкість і збереження досить високої швидкодії; по-друге, управління зусиллям ведеться через положення, тобто запропонований силовий контролер включає систему управління траєкторією. Вирішення поставленої мети відбувалося шляхом застосування моделі імпедансу та зворотної кінематики в системі управління рухом, що дозволяє робототехнічному комплексу, за умови підтримання  $F=0$ , відстежувати початкове положення траєкторії  $x_d$ , якщо ж  $F \neq 0$  через контакт із середовищем, комплекс рухається по поверхні об'єкта.

З метою подальшої верифікації алгоритму управління робототехнічним комплексом при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій в роботі сформульовано якісні та кількісні значення основних тактико-технічних характеристик робототехнічного комплексу, а саме: дальність радіо- і телеуправління з захистом від перешкод – до 2000 м з частотою 420-440 МГц – радіоканал і телесигнал – понад 1,2 ГГц; стійкість до радіоактивного випромінювання потужністю – до 10000 Р/год; стійкість до впливу основних небезпечних хімічних речовин – до 5000 ГДК; стійкість до впливу теплового потоку – не менше 15 Вт/м<sup>2</sup> протягом не менше 0,5 год; максимальна швидкість пересування на дорогах з твердим покриттям 60-70 км/год, по пересіченій місцевості 25-35 км/год. Застосування алгоритму управління робототехнічним комплексом під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, сформульовані якісні та кількісні значення основних тактико-технічних вимог до робототехнічних комплексів, а також вивчення вітчизняного і зарубіжного досвіду застосування мобільних роботів дозволили розробити загальну структурну схему робототехнічного комплексу для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. В свою чергу все вище перераховане дозволило розробити траєкторію руху робототехнічного комплексу при проведенні попередньої розвідки в зоні умовної надзвичайної ситуації. При проектуванні траєкторії руху було застосовано наступні алгоритми з характерними для них умовами та обмеженнями: алгоритм на основі уявлень про траєкторію руху у вигляді орієнтованого ациклічного графа; алгоритм знаходження  $K$  найкоротших шляхів між двома заданими вершинами в орієнтованому ациклічному графі; алгоритм призначення ваг вершинам зазначеного графа з урахуванням габаритних розмірів і вимог до мінімізації енергоспоживання.

Подальші дослідження планується присвятити розробці натурального зразка робототехнічного комплексу для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, що виникають на об'єктах, на яких експлуатуються чи транспортують небезпечні хімічні, радіоактивні чи вибухонебезпечні речовини.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Popov O., Iatsyshyn A., Kovach V., Artemchuk V., Taraduda D. Physical Features of Pollutants Spread in the Air During the Emergency at NPPs. Nuclear and Radiation Safety. 2019. V. 4(84). P. 81–91. [https://doi.org/10.32918/nrs.2019.4\(84\).11](https://doi.org/10.32918/nrs.2019.4(84).11)
2. Buts Y.V., Kraynyuk E.V., Kozodoy D.S., Barbashin V.V. Evaluation of emergency events at the transportation of dangerous goods in the context of the technogenic load in regions. Science and Transport Progress. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport. 2018. V. 3(75). P. 27–35. <https://doi.org/10.15802/stp2018/134347>
3. Popov O., Taraduda D., Sobyna V., Sokolov D., Dement M., Pomaza-Ponomarenko A. Emergencies at Potentially Dangerous Objects Causing Atmosphere Pollution: Peculiarities of Chemically Hazardous Substances Migration. In: Babak V., Isaienko V., Zaporozhets A. (eds) Systems, Decision and Control in Energy I. Studies in Systems, Decision and Control. 2020. V. 298. P. 151–163. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-48583-2\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-48583-2_10).
4. Собина В.О., Тарадуда Д.В., Соклов Д.Л., Деммент М.О. Щодо ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій за допомогою робототехнічних комплексів. Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків: НУЦЗ України. 2021. Вип. 33. С. 194-206.

УДК 614.8.086

### НЕБЕЗПЕЧНІ ЧИННИКИ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ

*Убоженко Д.С., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України  
Виноградов С.А., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

У статті [1] визначено, що основними небезпечними чинниками аварійно-рятувальних робіт є підвищена запиленість робочої зони, підвищений рівень шуму у робочій зоні та підвищений рівень вібрації. Метою цієї роботи є розкриття їх небезпек.

Пил – дрібні тверді частинки в повітрі, які осідають під дією власної ваги, але деякий час можуть перебувати в повітрі у зваженому стані [2].

Під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій і проведення аварійно-рятувальних робіт у повітрі переважає пил будівельних матеріалів. Пил будівельних матеріалів можна розділити на органічний і неорганічний (мінеральний). До органічного пилу відноситься деревний пил, щовиділяється у всіх галузях деревообробної промисловості, пил різноманітних пластмас, оздоблювальних тканин, вати, поліефірних смол. Неорганічної є пил сировинних матеріалів гірських порід та будівельних матеріалів вторинної обробки [3].

Найбільшу небезпеку для людини становлять частинки пилу розміром до 5 мкм. Вони легко проникають в легені і там осідають, викликаючи розростання сполучної тканини, яка не здатна передавати кисень з вдихуваного повітря гемоглобіну крові і виділяти вуглекислий газ. Професійні захворювання, що розвиваються при цьому, називаються пневмоконіозами. Форма пневмоконіозів залежить від виду пилу, щовдихається: силікоз - при вдиханні кварцосодержащих пилу, силікатози - силікатної пилу, антракоз - вугільного пилу та ін.

Несприятливий вплив пилу цементу на організм людини обумовлено, в першу чергу, її фізико-хімічними властивостями. За даними Гольст Л.Л. [4] цементний пил при попаданні на зволожену слизову оболонку «схоплюється» з водою, утворюючи при цьому на слизовій носі, горлі цементні камені, щовикликає біль, кашель, сухість у роті, а також мацерацію слизової і кровотечі. При тривалому впливі цементного пилу у робітників може спостерігати ся гіпертрофія, а надалі атрофія слизової оболонки верхніх дихальних шляхів. В окремих випадках можливе прорив носової перегородки.

Шум - коливання частинок навколишнього середовища, що сприймається органами слуху людини як небажані сигнали [5].

<i>Кривошей Б.І.</i> Удосконалення системи швидкого розгальмування шасі пожежних автоцистерн	165
<i>Криворучко Є.М.</i> Подрібнення води ударною хвилею	167
<i>Кучер Д.Б., Лишак Г.В., Смиринська Н.Б.</i> Оцінка часу спрацьовування електровибухоючих комутаторів при роботі високовольтних установок в аварійному режимі	169
<i>Льовін Д.А., Стрілець В.В.</i> Розробка логічної структури розкриття закономірностей діяльності рятувальників під час проведення аварійно-рятувальних робіт	173
<i>Майдан В.С., Дубінін Д.П.</i> Дослідження засобів навчання для підвищення рівня професійної майстерності особового складу пожежно-рятувальних підрозділів під час гасіння пожеж	175
<i>Мельниченко А.С.</i> Технологія локалізації та знезараження парогазової фази хмари НХР	177
<i>Михайловська Ю.В., Чернуха А.О., Загребін О.О.</i> Підвищення ефективності функціонування систем оперативного управління при реагування на надзвичайні ситуації за рахунок скорочення часу	179
<i>Назаренко С.Ю., Гузієнко М.О.</i> Рух штабних автомобілів при проведенні перевірок	181
<i>Назаренко С.Ю., Харенко А.С.</i> Експериментальна установка та планування проведення гідравлічних випробувань напірних пожежних рукавів	183
<i>Неклонський І.М.</i> Моделювання оперативних дій за допомогою методу мережевого планування	185
<i>Положешний В.В.</i> Організація підготовки особового складу пожежної охорони та персоналу станції на АЕС	187
<i>Рагімов С.Ю.</i> Очищення забрудненої нафтопродуктами водної поверхні при екологічних аваріях	189
<i>Рубан А.В., Шкурка О.О.</i> Підхід для визначення технічного стану залізобетонних конструкцій при силових і високотемпературних впливах	190
<i>Сенчихін Ю.М., Остапов К.М.</i> Особливості розрахунку сил і засобів для гасіння пожеж на об'єктах з наявністю радіоактивних речовин і у зонах радіоактивних забруднень	192
<i>Савельєв Д.І.</i> Дослідження вогнезахисних властивостей гелеутворюючої системи	194
<i>Савченко О.В., Медведєва Д.О.</i> Застосування морської води для отримання гідрогелю для створення протипожежного бар'єру	196
<i>Смирнов О.М.</i> Визначення коефіцієнтів надійності аварійно-рятувальної техніки по попередженню і ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного характеру	198
<i>Соколов Д.Л., Гребінний І.М.</i> Булінг в контексті юридично значущої поведінки	200
<i>Соловійов І.І., Стрілець В.М., Шевченко Б.С., Глуценко І.О.</i> Порівняльна оцінка факторів, які впливають на розхід повітря під час підводного розмінування	202
<i>Скоробагатько Т.М., Боровиков В.О., Єременко С.А., Пруський А.В., Слущька О.М., Войтович Д.М.</i> Положення проекту національного стандарту щодо поводження з піноутворювачами для гасіння пожеж	204
<i>Сухарькова О.І.</i> Застосування пожежних поїздів для ліквідації пожеж	206
<i>Тарадуда Д.В.</i> До питання ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій за допомогою робототехнічних комплексів	208
<i>Убоженко Д.С., Виноградов С.А.</i> Небезпечні чинники аварійно-рятувальних робіт	210
<i>Фаріон-Мельник А.І., Мадяра К.В.</i> Радіаційна безпека: теоретичні аспекти	212
<i>Фещенко А.Б., Загора О.В.</i> Імовірнісна модель елементарного фрагмента відомчої інформаційно-телекомунікаційної мережі	214
<i>Чорногор Л.Л., Чорногор Л.Ф.</i> Фізико-хімічні процеси та екологічні наслідки рекордних лісових пожеж у північній півкулі в 2020 р.	216