

Голові разової спеціалізованої
вченої ради ДФ 64.707.035
Національного університету
цивільного захисту України,
д.т.н., професору Рибці Є.О.
м. Харків, вул. Чернишевська, 94,
61023

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук Морща Євгена Володимировича на дисертаційну роботу Мельниченка Андрія Сергійовича «Математичне та методичне забезпечення прогнозування хімічної обстановки при аваріях з викидом небезпечних газів», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 263 – цивільна безпека

Актуальність теми дисертаційного дослідження, її зв'язок з науковими програмами. Надзвичайні ситуації, у тому числі регіонального та державного рівня, можуть бути ускладнені викидами в атмосферне повітря великого об'єму небезпечних хімічних речовин. Прогнозування і оцінка соціально-економічних наслідків надзвичайних ситуацій, проведення рятувальних та інших невідкладних робіт щодо ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, відповідно до Кодексу цивільного захисту України, визначено серед основних завдань єдиної державної системи цивільного захисту. Актуальність вирішення вказаних питань зумовлена, як проявами природних катастроф, так і провадженням суб'єктами господарювання діяльності на об'єктах підвищеної небезпеки з наявністю небезпечних хімічних речовин.

Під час нормальної експлуатації хімічних та металургійних підприємств у навколишнє середовище викидається велика кількість небезпечних хімічних речовин. При виникненні на таких об'єктах аварій небезпечні викиди в атмосферу збільшуються, що становить загрозу для населення, території та навколишнього середовища, захист яких є також одним з основних завдань системи цивільного захисту. Враховуючи те, що розміри зон атмосферних забруднень можуть становити сотні квадратних кілометрів по площині та декілька кілометрів по висоті, локалізація та ліквідація наслідків таких надзвичайних ситуацій, з використанням існуючих методів, вимагає залучення великої кількості сил та засобів.

Наявність широкого спектру можливих сценаріїв виникнення та протікання аварій на хімічно-небезпечних об'єктах, вплив на процес розвитку та ліквідації аварії великої кількості метеорологічних параметрів та додатковий активний вплив на ці процеси аварійно-рятувальних підрозділів суттєво ускладнює задачу прогнозування хімічної обстановки при аваріях з викидом небезпечних газів за рахунок значної кількості змінних параметрів. Враховуючи це, актуальною є розробка теоретичних та практичних

інструментів оперативного прогнозування обстановки при аварії, на підставі яких керівник ліквідації аварії зможе прийняти обґрунтоване управлінське рішення, а суб'єкт господарювання оцінити ризики виникнення таких аварій з метою вжиття відповідних заходів щодо запобігання їх виникненню. Таким чином, розробка математичного та методичного забезпечення прогнозування хімічної обстановки при аваріях з викидом небезпечних газів є актуальною задачею цивільної безпеки.

Обраний напрямок дослідження одночасно спрямований на розв'язання завдань, які постали перед Україною з приєднанням до Конвенції про транскордонний вплив промислових аварій, відповідає проблематиці наведеній у Стратегії реформування системи Державної служби з надзвичайних ситуацій, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 25 січня 2017 р. № 61-р та проведений у рамках науково-дослідної роботи «Розробка методу ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій з викидом хлору» (№ ДР 0121U000007), в якій Мельниченко А.С. виступив відповідальним виконавцем.

Відповідність мети, об'єкту, предмету та завдань дослідження паспорту спеціальності. *Метою роботи є розробка методики прогнозування хімічної обстановки при аваріях з викидом небезпечних газів в атмосферне повітря.*

Об'єкт дослідження – процес формування зони хімічного забруднення при аваріях з викидом небезпечних газів.

Предмет дослідження - параметри зони хімічного забруднення при аваріях з викидом небезпечних газів.

Для досягнення поставленої мети автором поставлено та вирішено чотири науково-технічні задачі:

1. Проаналізувати існуючі методики та принципи прогнозування та ліквідації надзвичайних ситуацій з викидом небезпечних хімічних речовин;
2. Розробити математичну модель прогнозування хімічної обстановки при аваріях з викидом небезпечних газів та методику на її основі;
3. Експериментально перевірити працездатність запропонованої методики прогнозування хімічної обстановки при аваріях з викидом небезпечних газів;
4. Розробити пропозиції щодо практичної реалізації методики прогнозування хімічної обстановки при аваріях з викидом небезпечних газів.

За метою, об'єктом, предметом та завданнями досліджень дисертаційна робота повною мірою відповідає галузі знань 26 – цивільна безпека та спеціальності 263 – цивільна безпека.

Аналіз змісту дисертації. Дисертаційна робота виконана на 212 сторінках друкованого тексту. У відповідності до вимог вона складається з анотації, вступу, чотирьох розділів з викладом основних результатів досліджень, загальних висновків, списку використаних джерел з 146 найменувань використаної літератури, 3 додатків на 17 аркушах.

Дисертація включає 7 таблиць і 30 ілюстрацій з результатами виконаних досліджень.

Вступ присвячено обґрунтуванню актуальності дисертаційної теми. Сформульовано мету, завдання, методи дослідження. Розглянуто зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Відображено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів. Приведено відомості про апробацію і публікацію результатів дослідження автора.

Перший розділ «Аналіз існуючих методик та принципів прогнозування та ліквідації надзвичайних ситуацій з викидом небезпечних хімічних речовин» містить результати аналізу особливостей ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій техногенного характеру з викидом в атмосферу небезпечних речовин як в Україні, так і в інших країнах світу. Автор робить наголос на те, що, незважаючи на світову тенденцією розвитку систем прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій до автоматизації процесу розрахунку та інтеграції картографічних додатків до програмного комплексу прогнозування розвитку аварійних ситуацій, на даний час не існує методик прогнозування наслідків аварій з викидом небезпечних хімічних речовин, які здатні враховувати процеси осадження небезпечних газів з атмосфери дисперсними потоками.

У другому розділі «Розробка методики прогнозування хімічної обстановки при аваріях з викидом небезпечних газів» розроблено та обґрунтовано керуючий алгоритм методики прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій з викидом небезпечних газів та його осадження дисперсними потоками і розроблено програмний комплекс, який спрощує процедури моніторингу зони надзвичайної ситуації, прогнозування наслідків надзвичайної ситуації та прийняття управлінського рішення із включенням розрахунку розмірів зони хімічного ураження в залежності від кількості та послідовності етапів розповсюдження та осадження небезпечної речовини. У ході вирішення цього завдання автором розроблена математична модель розповсюдження небезпечного газу в атмосфері при його активному осадженні водними аерозолями, яка дозволяє підвищити точність розрахунків розподілу концентрації газу в атмосфері при роботі стаціонарних та пересувних систем аерозольного осадження і представляє собою систему із трьох рівнянь. Одночасно запропонований метод скінчених різниць для спрощеного розвитку цієї моделі, що дозволяє обирати довільну кількість та просторове розміщення вузлових точок, які задовольняють умові Куранта-Фрідрікса-Леві.

У третьому розділі «Перевірка достовірності методики прогнозування хімічної обстановки при аваріях з викидом небезпечних газів» виконана перевірка достовірності розробленої математичної моделі та методики прогнозування хімічної обстановки при аваріях з викидом небезпечних газів та в цілому вирішена третя наукова задача. В ході її вирішення, по-перше, розроблена нова лабораторна експериментальна установка, яка дозволяє досліджувати процеси осадження краплями

дисперсних рідинних потоків газоподібних небезпечних речовин і динаміку газової хмари з урахуванням варіативності інтенсивності викиду газу, його осадження та швидкості вітру. По-друге, експериментально визначено основні параметри процесу осадження небезпечних газоподібних речовин з атмосфери за рахунок використання водяних завіс. У розділі проаналізовано результати експериментів з оцінкою достовірності математичної моделі та методики прогнозування хімічної обстановки при аваріях з викидом небезпечних газів, а також перевірена її працездатність і проведено порівняльний аналіз із параметрами реальної надзвичайної ситуації та існуючими методиками прогнозування наслідків.

У четвертому розділі «Пропозиції щодо практичної реалізації методики прогнозування хімічної обстановки при аваріях з викидом небезпечних газів» розроблено пропозиції з впровадження розробленої математичної моделі, методики на її основі, її програмної реалізації та в цілому вирішена четверта наукова задача. В рамках забезпечення техногенної безпеки та цивільного захисту на об'єктовому та регіональному рівнях запропоновано реалізацію комплексної системи ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій з викидом небезпечних речовин в атмосферу. Запропонована система передбачає функціонування чотирьох підсистем – моніторинг навколишнього середовища і зони надзвичайної ситуації; прогнозування, за декількома варіантами розвитку ситуації; прийняття управлінського рішення та виконання управлінського рішення. З метою спрощення практичного використання отриманих наукових результатів узагальнено рекомендації керівникам ліквідації надзвичайних ситуацій з викидом небезпечних газів.

Зміст дисертації логічно і послідовно висвітлює етапність наукових досліджень, з викладенням методів і методик дослідження та узагальненням результатів, які приведені у висновках до відповідних розділів.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій. Автор добре розуміє специфіку науково-технічних задач, що розв'язані у дисертації. Досвід роботи в системі ДСНС дозволив сформулювати ідею та завдання дисертаційного дослідження. В роботі використано системний підхід, що включає аналіз та узагальнення світового досвіду, власних досліджень щодо особливостей ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій з викидом небезпечних речовин в атмосферу, використання закономірностей фізичних процесів та хімічних перетворень, теорії фазових переходів та масообмінних процесів.

Окремо хочу зазначити, що вибір напрямку та визначення завдань дослідження, наукові положення та рекомендації, які сформульовані у висновках за розділами і у загальних висновках, зроблено науково обґрунтовано за результатами аналізу, узагальнення відомих та отриманих особисто автором результатів проведених теоретичних та експериментальних досліджень.

Достовірність результатів наукових досліджень. Достовірність наукових положень дисертації підтверджується прийнятним збігом теоретичних досліджень та результатів, отриманих дисертантом в ході великої серії різнопланових експериментальних досліджень основних параметрів процесів осадження небезпечних газоподібних речовин із атмосфери дисперсними потоками та їх впливу на розміри зони хімічного ураження, які й визначають ефективність ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій з викидом небезпечних газів. Достовірність результатів дисертаційних досліджень забезпечено використанням для їх вирішення сучасного математичного апарату на базі системного підходу, теорії газодинаміки та масообмінних процесів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному:

- *удосконалено* математичну модель прогнозування розмірів зон хімічного забруднення при аваріях з викидом небезпечних газів з параметрами викиду небезпечного газу, його осадження та метеорологічними умовами в якості вхідних параметрів, яка побудована на базі методу скінченних різниць з використанням умови Куранта-Фрідрікса-Леві та являє собою систему з трьох рівнянь, особливостями якої є опис процесу вільного розповсюдження газу після викиду із технологічного обладнання, процесу осадження газу із атмосфери дрібнодисперсним рідинним потоком, в залежності від інтенсивності такого потоку, та опис процесу вільного розсіювання газу в атмосфері після осадження, яка дозволяє визначати концентраційний розподіл небезпечних газів в атмосферному повітрі, як на етапі розвитку надзвичайної ситуації, так і в процесі її ліквідації;

- *вперше* розроблено функціональну схему та діючий зразок експериментальної установки для дослідження процесів сорбції газів, яка реалізує можливість визначення інтенсивності осадження небезпечних газів дисперсними потоками;

- *вперше* розроблено та програмно реалізовано методику прогнозування хімічної обстановки при аваріях з викидом небезпечних газів, яка ґрунтується на розробленій математичній моделі забруднення атмосферного повітря в результаті аварійних викидів небезпечних газів та яка, на відміну від існуючих, дозволяє збирати та аналізувати моніторингову інформацію осередку викиду та зони поширення хмари небезпечного газу, прогнозувати розміри зони хімічного забруднення з урахуванням наявних ресурсів, визначати оптимальну кількість, місця розташування та параметри водяних струменів систем аерозольного осадження для ефективно ліквідації аварій та надзвичайних ситуацій із викидом небезпечних газів.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблений здобувачем науково-методичний апарат має науково-прикладне значення, яке полягає у створенні алгоритмів методики прогнозування хімічної обстановки при аваріях з викидом небезпечних газів та відповідних процедур її виконання, реалізованих у вигляді автоматизованого робочого місця для керівника ліквідації аварії та роботи штабу, який забезпечує аналіз та обробку

моніторингової інформації та прогнозування інтенсивності осадження небезпечних газоподібних речовин. Отримані в дисертації результати можуть бути використані для оптимізації процесу моніторингу обстановки в зоні надзвичайної ситуації та спрощення роботи керівника ліквідації аварії або надзвичайної ситуації при прийнятті управлінських рішень.

Результати досліджень впроваджено у вигляді практичних рекомендацій у роботі аварійно-рятувальних підрозділів Головного управління ДСНС України в Львівській та Харківській областях.

Наукові та практичні результати дисертації можуть бути використані територіальними органами ДСНС під час планування дій з ліквідації наслідків можливих надзвичайних ситуацій техногенного характеру.

Одночасно, результати дисертації можуть бути впроваджені під час розробки планів діяльності єдиної державної системи цивільного захисту, в першу чергу – планів локалізації і ліквідації наслідків аварій на об'єктах підвищеної безпеки.

Наукові та практичні результати дисертації також можуть бути використані, з можливим коригуванням, при роботі екстрених служб інших держав світу.

Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях. Результати досліджень, що були отримані автором за темою дисертації, в повному обсязі опубліковані у 17 наукових працях у вітчизняних, наукометричних та закордонних виданнях, серед них: 4 статті у наукових фахових виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus, Academic Research Index – ResearchBib, Ulrich's Periodicals Directory, Root Indexing, Ulrich Web, Cite Facto; 3 статті – у наукових періодичних виданнях інших держав (за напрямом дисертаційного дослідження), які входять до міжнародної наукометричної бази Scopus; 9 тез доповідей на конференціях та 1 патент на корисну модель.

Представлена на розгляд дисертація являє собою одноосібно написану кваліфікаційну наукову роботу.

Дисертаційна робота написана зрозумілою для фахівців в галузі цивільного захисту мовою та належним чином оформлена. Наприкінці кожного розділу роботи зроблено відповідні висновки. Стиль, мова, оформлення дисертації відповідають вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії та демонструють вміння автора стисло та чітко викладати теоретичні і практичні результати наукової роботи.

Зауваження до дисертації:

1) Автором не враховано зміни чинного законодавства України, структура центральних органів виконавчої влади та структура ДСНС. Так, у першому розділі, під час опису функцій суб'єктів моніторингу навколишнього природного середовища, вказано назви центральних органів виконавчої влади, які на сьогодні реорганізовано. Одночасно, зазначено, що завдання моніторингу надзвичайних ситуацій покладено на структурний підрозділ ДСНС, якого також на сьогодні не існує. Під час опису завдань

суб'єктів моніторингу потенційно-небезпечних об'єктів не враховано, що із набранням чинності Законом України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо об'єктів підвищеної безпеки» поняття потенційно-небезпечний об'єкт вилучено із нормативно-правових актів, а наказ МНС від 06.11.2003 № 425 «Про затвердження Положення про моніторинг потенційно небезпечних об'єктів», на підставі якого проведено аналіз, скасовано наказом МВС від 07.12.2022 № 802.

2) При аналізі існуючих способів та методів ліквідації аварій з викидом небезпечних газів автором не розглянуті сучасні системи встановлення водяних завіс та їх тактико-технічні характеристики.

3) В розділі 3 при перевірці достовірності запропонованої моделі та адекватності розробленої методики акцент робиться на осадження аміаку. Цей же небезпечний газ обрано для проведення експериментальних досліджень. Доцільно було б розширити перелік досліджуваних небезпечних газів, щоб підтвердити працездатність отриманих результатів для інших небезпечних газів, що використовуються в техногенних процесах.

4) Основною перевагою Методики прогнозування наслідків розливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах та транспорті, затвердженої наказом МВС від 29.11.2019 № 1000, яка вже тривалий час використовується на практиці, є її відносна простота використання практичними працівниками без додаткових математичних знань та вмій програмування. Чи вдалось автору зберегти цю перевагу у запропонованій новій методиці?

5) Використання на практиці розробленого автором програмного комплексу для автоматизованого прогнозування хімічної обстановки потребує наявності відповідного технічного забезпечення оперативно-рятувальних підрозділів, що не завжди відповідає реальному стану технічного оснащення.

6) У підрозділі 4.2 запропоновані рекомендації керівникам ліквідації надзвичайних ситуацій з викидом небезпечних газів базуються на вже відомих способах та методах дій оперативно-рятувальних підрозділів, тому доцільно акцентувати увагу, що приведені рекомендації є удосконаленням вже існуючих, а не розробленими новими.

7) Надписи у деяких рисунках (рис. 4.3, 4.5) не відповідають встановленій формі.

Проте, зазначені вище недоліки не є принциповими і в цілому не знижують наукової та практичної цінності дисертаційного дослідження.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Мельниченка Андрія Сергійовича «Математичне та методичне забезпечення прогнозування хімічної обстановки при аваріях з викидом небезпечних газів» є завершеною науковою роботою, яка, з урахуванням прийнятих обмежень, вирішує актуальну наукову задачу у сфері цивільного захисту з прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій техногенного характеру з викидом небезпечних газоподібних речовин в

атмосферу. Вирішення цієї задачі має важливе значення для підвищення ефективності функціонування, як підрозділів ДСНС, так і єдиної державної системи цивільного захисту в цілому.

Дисертаційна робота відповідає основним вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а її автор Мельниченко Андрій Сергійович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 26 – цивільна безпека, за спеціальністю 263 – цивільна безпека.

Старший викладач кафедри
інформаційної безпеки Навчально-
наукового фізико-технічного інституту
НТУ України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», д.т.н.



Свґген МОРОЩ

