

Голові спеціалізованої  
вченої ради Д 64.707.04  
Національного університету  
цивільного захисту України

м. Харків, вул. Чернишевська, 94, 61023

## ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, старшого наукового співробітника Чумаченка Сергія Миколайовича на дисертаційну роботу Кустова Максима Володимировича «Організаційно-технічні методи ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, що призводять до викиду в атмосферу небезпечних речовин», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.02.03 – цивільний захист

**Актуальність теми дисертаційного дослідження, її зв'язок з науковими програмами.** Потужні надзвичайні ситуації регіонального або державного рівня супроводжуються ускладнюючими умовами, пов'язаними з викидом в атмосферне повітря великого об'єму небезпечних хімічних речовин. При виникненні надзвичайних ситуацій природного характеру з інтенсивним горінням в якості забруднюючих атмосферу речовин виступають продукти горіння, які мають різноманітний склад за хімічними та фізичними характеристиками. Аналіз надзвичайних ситуацій різного характеру показує, що найбільшими розмірами зони ураження, збитками та складністю і часом ліквідації наслідків характеризуються аварії на атомних електростанціях з викидом в навколишнє середовище радіоактивних речовин. При цьому дрібнодисперсний радіоактивний пил атмосферними потоками може розповсюджуватися на сотні кілометрів, що підтверджено сумним досвідом аварій на Чорнобильській АЕС та АЕС у Фукусімі.

Активний вплив на зону ураження при таких надзвичайних ситуаціях з використанням існуючих на сьогодні методів та засобів неможливий за рахунок значної висоти забруднення атмосфери та площі зони ураження від надзвичайних ситуацій. Одним з перспективних шляхів забезпечення осадження небезпечних речовин з атмосфери є штучне ініціювання опадів над зоною забруднення атмосфери. Однак такий процес достатньо складний в організаційно-технічному плані, що додатково ускладнюється розповсюдженням зони надзвичайної ситуації. Для вирішення цього питання необхідний комплексний підхід із залученням різних ланок Єдиної державної системи цивільного захисту. Таким чином, розробка організаційно-технічних методів ліквідації надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру регіонального та державного рівнів є актуальною проблемою.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

1139

31.05 20 19 р.

Кількість аркушів: \_\_\_\_\_

Осн. док. 8 додат. -

Обраний напрямок дослідження відповідає переліку проблем які наведені в Концепції Загальнодержавної цільової соціальної програми захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру на 2012–2016 роки та в завданнях Оперативно-рятувальної службі цивільного захисту, які наведені в Кодексі Цивільного захисту України. Дисертаційне дослідження виконане в рамках науково-дослідних робіт: «Розробка комп'ютерної системи прогнозування інтенсивності опадів на поверхні Землі в залежності від фізико-хімічних властивостей атмосфери» (№ ДР 0116U002019); «Дослідження умов раннього моніторингу та попередження надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру» (№ ДР 0112U002587); «Дослідження шляхів удосконалення моніторингу надзвичайних ситуацій за допомогою безпілотних літальних апаратів» (№ ДР 0117U002005); «Дослідження гідравлічних струменів при створенні систем управління екологічною безпекою об'єктів підвищеного ризику» (№ ДР 0116U002002), в яких Кустов М.В. керівником або виконавцем.

**Відповідність мети, об'єкту, предмету та завдань дослідження паспорту спеціальності.** *Метою роботи є розробка нових організаційно-технічних методів ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, що призводять до викиду газоподібних та дисперсних небезпечних речовин в атмосферу, шляхом штучного ініціювання опадів.*

*Об'єкт дослідження – надзвичайні ситуації природного та техногенного характеру, які супроводжуються викидом в атмосферу небезпечних речовин. Предмет дослідження – ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, що призводять до викиду небезпечних газоподібних та дисперсних речовин в атмосферу, шляхом штучного ініціювання опадів.*

Відповідно до мети роботи автор поставив шість науково-практичних задач:

1. Проаналізувати існуючі системи та принципи ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, що призводять до викиду газоподібних та дисперсних небезпечних речовин в атмосферу;
2. Розглянути особливості надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру з викидом небезпечних речовин в атмосферу;
3. Розробити організаційно-технічний метод ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру шляхом осадження з атмосфери небезпечних газоподібних та дисперсних речовин;
4. Розробити організаційно-технічний метод ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру шляхом локалізації осередків інтенсивного горіння;
5. Перевірити достовірність розроблених організаційно-технічних методів ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, що призводять до викиду в атмосферу небезпечних речовин;



6. Запропонувати варіанти впровадження розроблених організаційно-технічних методів ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру.

За метою, об'єктом, предметом та завданнями досліджень дисертаційна робота повною мірою відповідає формулі та паспорту спеціальності 21.02.03 – цивільний захист.

**Аналіз змісту дисертації.** Дисертаційна робота виконана на 391 сторінці друкованого тексту. У відповідності до вимог вона складається з анотації, вступу, шести розділів з викладом основних результатів досліджень, загальних висновків, списку використаних джерел з 484 найменувань використаної літератури, 3 додатків на 24 аркушах. Дисертація включає 28 таблиць і 68 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 систем та принципів ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру з викидом небезпечних речовин в атмосферу»** містить результати аналізу особливостей ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру з викидом в атмосферу небезпечних речовин як в Україні, так і в інших країнах світу. Автор робить наголос на те, що, хоча світова спільнота активно працює в напрямках розробки окремих елементів системи цивільного захисту, загального підходу для вирішення проблеми ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій регіонального та державного рівнів не створено. А вирішити цю проблему в межах існуючих підходів та технічного забезпечення неможливо.

**У другому розділі «Особливості надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру з викидом небезпечних речовин в атмосферу»** проаналізовано особливості надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру регіонального та державного рівнів, відмічені їх спільні риси та окремі особливості. Запропоновано новий підхід до вирішення проблеми ліквідації таких надзвичайних ситуацій за рахунок використання методів та способів штучного впливу на атмосферні процеси та осадження небезпечних речовин із атмосфери опадами. Автором відмічено, що нові організаційно-технічні методи ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, що призводять до викиду небезпечних речовин в атмосферу, повинні будуватись за принципами стандартного контуру управління в межах Єдиної державної системи цивільного захисту.

**У третьому розділі «Організаційно-технічний метод ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру шляхом осадження з атмосфери небезпечних газоподібних та дисперсних речовин»** розроблено організаційно-технічний метод ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру шляхом



осадження з атмосфери небезпечних газоподібних та дисперсних речовин та в цілому вирішена третя наукова задача. В ході її вирішення розроблено математичну модель осадження штучно ініційованими атмосферними опадами газоподібних та дисперсних небезпечних речовин, що потрапляють в атмосферу у наслідок природних та техногенних катастроф, розглянуто керуючий алгоритм та процедури реалізації методу ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

**У четвертому розділі «Організаційно-технічний метод ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру шляхом локалізації осередків інтенсивного горіння»** розроблено організаційно-технічний метод ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру шляхом локалізації осередків інтенсивного горіння та в цілому вирішена четверта наукова задача. В ході її вирішення розроблено математичну модель процесу локалізації та ліквідації осередків природних та техногенних катастроф з інтенсивним горінням штучно ініційованими опадами, розглянуто керуючий алгоритм та процедури реалізації методу ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій з інтенсивним горінням.

**В п'ятому розділі «Перевірка достовірності розроблених організаційно-технічних методів ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, що призводять до викиду в атмосферу небезпечних речовин»** виконана перевірка достовірності розроблених математичних моделей та організаційно-технічних методів та в цілому вирішена п'ята наукова задача. В ході її вирішення, по-перше, розроблено дві лабораторні експериментальні установки, які дозволяють як досліджувати процеси осадження краплями опадів газоподібних, рідких та твердих аерозольних небезпечних речовин, включаючи продукти горіння, так і досліджувати процеси горіння з встановленням інтенсивності горіння горючих матеріалів з різними властивостями при широкому діапазоні метеорологічних умов, включаючи опади, температуру, вітер та вологість горючого матеріалу і повітря. По-друге, експериментально визначено основні параметри процесу осадження небезпечних речовин з атмосфери та зниження інтенсивності їх викиду. Далі проаналізовано результати експериментів з оцінкою достовірності математичних моделей та організаційно-технічних методів ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру з викидом в атмосферу небезпечних речовин за рахунок використання штучно ініційованих опадів.

**У шостому розділі «Варіанти впровадження розроблених організаційно-технічних методів ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру»** розроблено пропозиції з впровадження розроблених математичних моделей та організаційно-технічних методів та в цілому вирішена шоста наукова задача. В рамках Єдиної державної системи цивільного захисту на регіональному та державному рівнях запропоновано реалізацію комплексної системи ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій з викидом небезпечних речовин в атмосферу.



Запропонована система передбачає функціонування трьох підсистем – моніторинг навколишнього середовища та зони надзвичайної ситуації, прийняття управлінського рішення, та виконання управлінського рішення.

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

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій.** Автор добре розуміє специфіку науково-прикладної проблеми і задач, що розглянуті у дисертації. Багаторічний досвід роботи в системі ДСНС дозволили адекватно 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 відмітити, що вибір напрямку та постановка завдань дослідження, наукові положення та рекомендації, які сформульовані у висновках за розділами та основних висновках, зроблено науково обґрунтовано і логічно 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 речовин із атмосфери опадами та їх впливу на природні катастрофи з інтенсивним горінням, які й визначають ефективність ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій з викидом небезпечних речовин в атмосферу. Достовірність результатів дисертаційних досліджень забезпечено адекватним використанням для їх вирішення сучасного математичного апарату на базі системного підходу, теорії фазових переходів та масообмінних процесів.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає у наступному:

– *вперше* розроблена математична модель осадження штучно ініційованими опадами газоподібних та дисперсних небезпечних речовин, що потрапляють в атмосферу у наслідок природних та техногенних катастроф, яка на відмінну від існуючих складається з чотирьох залежностей, котрі дозволяють описувати процеси осадження газоподібних та дисперсних небезпечних речовин та вплив на процес обраного управлінського рішення, достовірність якої забезпечена співпадінням результатів експериментальних досліджень з результатами імітаційного моделювання з надійністю 0,95 по критерію Фішера;

– *вперше* розроблено організаційно-технічний метод ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру шляхом осадження з атмосфери газоподібних та дисперсних небезпечних хімічних та



радіоактивних речовин, для реалізації якого розроблено процедури його реалізації в рамках Єдиної державної системи цивільного захисту;

– *вперше* розроблена математична модель процесу локалізації та ліквідації штучно ініційованими опадами осередків природних та техногенних катастроф з інтенсивним горінням, яка на відмінну від існуючих складається з п'яти залежностей, що дозволяють рух падаючої краплі, її масовий та тепловий баланс над осередком надзвичайної ситуації та процес поглинання тепла атмосферними опадами від осередку горіння в залежності від управлінського впливу на атмосферні процеси з визначенням граничних умов, коли ліквідація осередку інтенсивного горіння неможлива та відбувається лише його локалізація, достовірність якої забезпечена співпадінням результатів експериментальних досліджень з результатами імітаційного моделювання з надійністю 0,95 по критерію Фішера;

– *вперше* розроблено організаційно-технічний метод ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру шляхом локалізації осередків інтенсивного горіння, для реалізації якого розроблено процедури його реалізації на регіональному та державному рівнях;

– *вперше* розроблено функціональну схему експериментальної масообмінної установки для дослідження процесів осадження краплями опадів газоподібних, рідких та твердих аерозольних небезпечних речовин, включаючи продукти горіння.

– *вперше* розроблено функціональну схему експериментальної камери для дослідження процесів горіння, яка реалізує можливість встановлення інтенсивності горіння горючих матеріалів з різними властивостями при широкому діапазоні метеорологічних умов, включаючи опади, температуру, вітер та вологість горючого матеріалу та повітря.

**Практичне значення отриманих результатів.** Розроблений здобувачем науково-методичний апарат має науково-прикладне значення, яке полягає у створенні алгоритмів реалізації організаційно-технічних методів ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру з викидом в атмосферу небезпечних речовин та відповідних процедур їх 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 речовин. Модифікація експрес-методики прогнозування розміру зон хімічного та радіоактивного забруднення, яка використовується практичними підрозділами ДСНС України, дозволяє враховувати умови випадіння атмосферних опадів над зоною надзвичайних ситуацій.

Результати досліджень застосовані у вигляді низки практичних пропозицій у Державному пожежно-рятувальному загоні ГУ ДСНС України в Донецькій області, та в підрозділах Головного управління ДСНС України в Луганській області.

Наукові та практичні результати дисертації можуть бути використані у всіх підрозділах ДСНС України державного рівня підпорядкування в інтересах



ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру.

Результати дисертації можуть бути впроваджені під час розробки керівних документів ДСНС України, а також Кабінету Міністрів України щодо заходів підвищення ефективності ліквідації надзвичайних ситуацій.

Наукові та практичні результати дисертації також можуть бути використані, з відповідною корекцією, для створення систем ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій у інших державах світу.

**Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях.** Результати досліджень, що були отримані автором за темою дисертації, в повному обсязі опубліковані у 60 наукових працях у вітчизняних, наукометричних та закордонних виданнях, серед них: 1 одноосібна монографія; 25 статей у наукових фахових виданнях України (з них 7 статей – у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus, Academic Research Index – ResearchBib, Ulrich’s Periodicals Directory, Root Indexing, Ulrich Web, Cite Factor, та 1 статтю – у виданні, яке входить до міжнародної наукометричної бази Scopus); 9 статей – у наукових періодичних виданнях інших держав; 21 теза доповідей на конференціях; 2 патенти на винахід і 2 патенти на корисну модель.

Зміст автореферату повністю відповідає основним положенням дисертації, яка являє собою одноосібно написану кваліфікаційну наукову роботу.

Дисертаційна робота написана ясною та зрозумілою для фахівців в галузі цивільного захисту мовою, грамотно та акуратно оформлена. Наприкінці кожного розділу роботи зроблено конкретні, обґрунтовані висновки. Стиль, мова, оформлення дисертації та автореферату відповідають вимогам до докторських дисертацій та демонструють вміння автора стисло, ясно та чітко викладати теоретичні та практичні результати наукової роботи.

#### **Зауваження до дисертації та автореферату:**

1) З дисертації зрозуміло, що штучне ініціювання опадів можливе лише у певному діапазоні метеорологічних умов. Яким чином забезпечується реалізація розроблених методів ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій коли погодні умови не відповідають зазначеним вимогам?

2) В роботі окремо розглядаються процеси сорбції краплями води сажі та золи, однак реальні продукти горіння представляють собою складну суміш як цих часток, так і інших речовин. Незрозуміло, яким чином враховується сумарний вплив продуктів горіння на процес їхнього осадження?

3) В якості одного з об'єктів осадження з атмосфери при аваріях на АЕС в роботі розглядається газ ксенон, однак, на мій погляд, за рахунок малого часу напіврозпаду така небезпечна речовина не складає суттєвої загрози на фоні таких радіонуклідів як цезій, уран, цирконій, телур та інші.

4) Модифікована автором методика розрахунку зон хімічного та радіоактивного забруднення, як і базові методики, наприклад «Методика прогнозування наслідків розливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах та транспорті» в якості основного недоліку

мають низьку точність прогнозування. Не зрозуміло, яким чином вдалось автору усунути цей недолік?

5) З дисертації незрозуміло, чи є в Україні достатня кількість технічних засобів та ресурсів для реалізації запропонованих методів ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій?

6) В табл. 4.3. дисертаційної роботи приводяться точні теплові параметри різних видів ландшафтних пожеж. За рахунок високої динаміки процесів горіння, складної форми поверхні полум'я, різних властивостей горючого матеріалу та ще ряду параметрів точно визначити теплові параметри пожежі неможливо. Тому результати розрахунків в табл. 4.3. представлені не зовсім коректно.

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

### ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Кустова Максима Володимировича «Організаційно-технічні методи ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, що призводять до викиду в атмосферу небезпечних речовин» є завершеною науковою роботою, що в сукупності вирішує актуальну наукову проблему у сфері цивільного захисту з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру з викидом небезпечних речовин в атмосферу. Вирішення цієї проблеми має важливе значення для підвищення ефективності функціонування як підрозділів ДСНС України, так і в цілому Єдиної державної системи цивільного захисту.

Дисертаційна робота Кустова М.В. відповідає основним вимогам пунктів 9, 10, 12 положення про «Порядок присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року №567 із змінами, а її автор Кустов Максим Володимирович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.02.03 – цивільний захист.

Офіційний опонент,  
доктор технічних наук, старший науковий співробітник,  
лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки,  
завідувач кафедри інформаційних систем  
Національного університету харчових технологій

С.М. Чумаченко

«29» 05 2019 р.

