Голові спеціалізованої
вченої ради Д 64.707.04
Національного університету
цивільного захисту України
вул. Чернишевська, 94, Харків, 61023

# ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Мелещенка Руслана Геннадійовича на тему: «Інженерно-технічні методи попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єктах критичної інфраструктури за допомогою оперативного контролю стану повітряного середовища», представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.02.03 – Цивільний захист.

## 1. Актуальність теми.

Через високий рівень зношеності основних фондів існує загроза виникнення аварій на небезпечних об’єктах. Значний ризик техногенних аварій пов’язаний із наявністю на території України значної кількості об’єктів, що належать до категорії потенційно небезпечних (понад 24 тис.), причому понад чверть із них ідентифіковано як об’єкти підвищеної небезпеки. За даними ДСНС, аварії на 955 об’єктах, внесених до Державного реєстру об’єктів підвищеної небезпеки, можуть призвести до виникнення надзвичайних ситуацій державного або регіонального рівня, що також може загрожувати критичній інфраструктурі, зокрема функціонуванню об’єктів паливно-енергетичного комплексу, мостів і доріг, комунальної інфраструктури тощо.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ
Вх.№ 45
19.04 2021 р.
Кількість аркушів:
Осн. док. 8 додат. —

Ефективною парадигмою протидії існуючій тенденції зростання кількості надзвичайних ситуацій техногенного характеру є застосування систем раннього виявлення об'єктів небезпеки. При цьому, усі об'єкти можливої небезпеки діють на об'єкти впливу через повітряне середовище. Тому важливою інформацією щодо попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру є стан повітряного середовища в приміщеннях, на території об'єктів критичної інфраструктури та за межами таких об'єктів. Завдяки цьому, оперативний контроль стану повітряного середовища дозволяє виявляти передвісники надзвичайних ситуацій, пов'язані із об'єктами небезпеки щодо загорянь, вибухів та токсичною небезпекою внаслідок забруднення атмосферного повітря. Складність використання стану повітряного середовища у якості передвісника появи об'єктів небезпеки обумовлюється тим, що повітряне середовище в умовах появи об'єктів небезпеки являє собою складну нелінійну динамічну систему, яка характеризується властивостями дисипації та самоорганізації. У такій системі класичні методи не дозволяють виявляти динаміку станів, оскільки ґрунтуються на лінійних принципах, які зазвичай порушуються. Це призводить до помилкових уявлень про реальну динаміку стану повітряного середовища при появі об'єктів небезпеки. Однак характер динаміки стану повітряного середовища при появі об'єкту небезпеки має першорядне значення для попередження надзвичайні ситуації, які пов'язані з ураженням і загибеллю людей, руйнуванням технологічного обладнання та агрегатів, викидів небезпечних речовин в атмосферне повітря.

Тому, створення нових методів попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єктах критичної інфраструктури за допомогою оперативного контролю стану повітряного середовища в приміщеннях та на території (поблизу) об'єктів є актуальною та важливою науковою проблемою у сфері цивільного захисту.

**2. Структура і обсяг дисертації.**

Дисертаційна робота являє собою рукопис загальним обсягом 378 аркушів. Складається з анотацій, вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел з 480 найменувань і додатків. Містить 76 рисунків і 4 таблиці.

**3. Мета, завдання і методи дослідження.**

Метою роботи є розробка нових інженерно-технічних методів попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єктах критичної інфраструктури за допомогою оперативного контролю стану повітряного

середовища в приміщеннях та на території (поблизу) об'єктів в інтересах їх недопущення.

У роботі вирішені наступні наукові завдання:

1. Проаналізувано світові тенденції реагування та попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру на небезпечних об'єктах.

2. Розглянуто стан та особливості процесу попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єктах критичної інфраструктури.

3. Розроблено інженерно-технічний метод попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру внаслідок пожеж (вибухів) за допомогою оперативного контролю стану повітряного середовища приміщень об'єктів критичної інфраструктури.

4. Розроблено інженерно-технічний метод попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру обумовлених наявністю в атмосферному повітрі шкідливих речовин на території (поблизу) об'єктів критичної інфраструктури та комунікативні моделі бездротового середовища щодо реалізації метода на основі використання безпілотних рухомих платформ.

5. Перевірено достовірність розроблених математичних моделей та інженерно-технічних методів.

6. Запропоновані пропозиції щодо впровадження розроблених математичних моделей та інженерно-технічних методів.

**4. Наукова новизна і достовірність отриманих автором результатів.**

В роботі вирішена важлива наукова проблема у сфері цивільного захисту – створення нових методів попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єктах критичної інфраструктури за допомогою оперативного контролю стану повітряного середовища у приміщеннях та на території (поблизу) об'єктів.

В результаті *вперше* отримані наукові результати:

1. Розроблено математичну модель попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру внаслідок пожеж (вибухів) за допомогою оперативного контролю стану повітряного середовища приміщень об'єктів критичної інфраструктури, яка базується на поточних показниках фрактальності прирощень стану повітряного середовища при загораннях у приміщеннях та складається з двох аналітичних залежностей: залежності поточної міри кореляційної розмірності від прирощень станів повітряного середовища, функціоналу норми, ширини вікна усереднення та розміру околиці, що визначає рекурентні стани; залежності поточної міри щодо рекурентних станів від прирощень станів

повітряного середовища приміщень, функціоналу норми та розміру околиці, які визначають рекурентні стани.

2. Розроблено математичну модель попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру обумовлених наявністю в атмосферному повітрі шкідливих речовин на території (поблизу) об'єктів критичної інфраструктури з урахуванням ризику здоров'ю людини, яка складається з восьми аналітичних залежностей: залежності обчислення рекурентних діаграм від поточних вимірюваних станів забрудненої атмосфери, функціоналу норми і порогу рекурентних станів; залежності обчислення рекурентних діаграм, що самоналаштовуються за поточними вимірами станів забрудненої атмосфери при заданій величині кута рекурентних станів між вимірюваними векторами; залежності рекурентних станів забрудненої атмосфери від поточного усереднення для першої та другої залежності; залежності рекурентних станів забрудненої атмосфери від значення функції невизначеності для відповідних векторів вимірюваних станів щодо заданого інтервалу спостереження та поточного усереднення у вікні без обчислення рекурентних діаграм; залежності ризику негайних токсичних ефектів та хронічної інтоксикації від концентрацій для довільних небезпечних речовин, що забруднюють атмосферне повітря.

3. Розроблено інженерно-технічний метод попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру внаслідок пожеж (вибухів) за допомогою оперативного контролю стану повітряного середовища приміщень об'єктів критичної інфраструктури, який дозволяє на ранньому етапі виявляти загоряння та не допускати їх подальше переростання в надзвичайні ситуації.

4. Розроблено інженерно-технічний метод попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру унаслідок наявності в атмосферному повітрі шкідливих речовин, який дозволяє попередити появу ризику здоров'ю населення понад величину прийнятого допустимого індивідуального ризику та не допустити виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних з наявності в атмосферному повітрі шкідливих речовин, небезпечних для людини.

5. Розроблено комплексну систему оперативного контролю та управління станом повітряного середовища в приміщеннях та на території (поблизу) об'єктів критичної інфраструктури (у складі діючого зразка безпілотної рухомої платформи з елементами живлення, системи навігації, бездротового керування та телеметрії, набору сенсорів, системи реєстрації, передачі та приймання інформації), яка реалізує розроблені математичні моделі та інженерно-технічні методи.

Отримані наукові результати дисертації обгрунтовані теоретично і підтверджені експериментально. Теоретичні висновки не суперечать сучасним фізико-математичним уявленням про досліджувані явища, експерименти

проведені досить коректно з використанням парку сучасних приладів і установок. Все це дає підставу стверджувати, що наукові положення дисертації в достатній мірі обгрунтовані і достовірні.

Всі положення наукової новизни досить повно викладені в 44 роботах, з яких: 1 монографія; 15 наукових статей у виданнях, які входять до науково-метричної бази Scopus; 13 статей у фахових наукових виданнях України, які включені до міжнародних науково-метричних баз Index Copernicus та Ulrich's Periodicals; 1 стаття у закордонному виданні; 2 патенти; 12 тез доповідей у збірниках матеріалів конференцій.

**5. Значимість результатів дослідження для науки і практики.**

Дослідження автора в дисертаційній роботі мають теоретичне і методологічне значення для розвитку нових підходів до попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру внаслідок пожеж в приміщеннях об'єктів критичної інфраструктури та наявності в атмосферному повітрі шкідливих речовин на території та поблизу таких об'єктів, де визначальним є використання результатів реальних вимірювань тільки концентрації небезпечних факторів пожежі у повітряному середовищі приміщень та шкідливих речовин в атмосферному повітрі. На відміну від відомих підходів, підхід що пропонується, є універсальним і може бути використаний на практиці щодо різних типів об'єктів та конфігурації оточуючої об'єкти інфраструктури і метеорологічних умов.

З використанням запропонованих у роботі алгоритмів на базі мікропроцесорів класу Arduino розроблено комплексну систему оперативного контролю та управління станом повітряного середовища в приміщеннях та на території (поблизу) об'єктів критичної інфраструктури. Використання зазначеної системи дозволяє на практиці здійснювати попередження виникнення надзвичайних ситуацій внаслідок пожеж в приміщеннях об'єктів критичної інфраструктури та наявності в атмосферному повітрі шкідливих речовин понад ГДК на території та поблизу таких об'єктів з метою недопущення або зменшення числа постраждалих та загиблих людей, зниження матеріальних втрат, а також забезпечення безпечного та безперебійного функціонування стратегічних об'єктів держави.

**6. Особиста заслуга дисертанта.**

При проведенні дисертаційних досліджень здобувачем особисто виконано аналіз літературних та інформаційних джерел, розроблені математичні моделі попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру внаслідок пожеж

(вибухів) за допомогою оперативного контролю стану повітряного середовища приміщень об'єктів критичної інфраструктури та внаслідок наявності в атмосферному повітрі шкідливих речовин на території (поблизу) об'єктів критичної інфраструктури з урахуванням ризику здоров'ю людини, також відповідні інженерно-технічні методи попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єктах критичної інфраструктури. Здобувач розробив мобільний комплекс, під його керівництвом та безпосередню участю відбувалася підготовка та проведення експериментів з перевірки достовірності отриманих математичних моделей та інженерно-технічних методів, обробив, проаналізував і узагальнив отримані результати.

**7. Оформлення дисертації, автореферату і апробація результатів досліджень.**

Дисертація і автореферат викладені грамотно, стиль викладу матеріалів досліджень, наукових положень забезпечує доступність їх сприйняття. Наведено в цілому розгорнуті і обґрунтовані висновки, викладені рекомендації лаконічні. Автореферат відображає основний зміст і структуру дисертаційної роботи. Основні результати роботи доповідалися і обговорювалися на наукових конференціях: Всеукраїнській науково-практичній конференції «Наукове забезпечення діяльності оперативно-рятувальних підрозділів (теорія та практика)» (Харків, 2015), VI Міжнародній науково-практичній конференції «Безпека життєдіяльності людини як умова сталого розвитку сучасного суспільства» (Київ, 2017), Науково-практичному семінарі «Запобігання надзвичайним ситуаціям і їх ліквідація» (Харків, 2018), 2nd Annual Conference «Technology transfer: fundamental principles and innovative technical solutions» (Tallinn, Estonia, 2018), VII Международной научно-практической конференции адъюнктов, магистрантов, курсантов и студентов «Исторические аспекты, актуальные проблемы и перспективы развития гражданской обороны» (Республики Казахстан, 2019), Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених «Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту» (Харків, 2019), X Міжнародній науково-практичній конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій» (Черкаси, 2019), Міжнародній науково-технічній конференції «Фізико-технічні проблеми енергетики та шляхи їх вирішення» (Харків, 2019), 21 Всеукраїнській науково-практичній конференції «Розвиток цивільного захисту в сучасних безпекових умовах» (Київ, 2019), Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених «Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту» (Харків, 2020), Міжнародній науково-практичній конференції «Problems of Emergency Situations» (Харків, 2020), X Всеукраїнській

науково-практичній конференції з міжнародною участю «Надзвичайні ситуації: безпека та захист» (Черкаси, 2020).

Крім цього, автор отримав ряд інженерно-технічних рішень, впроваджених в практику діяльності Єдиної державної системи цивільного захисту України в ході пілотного впровадження на об'єкті критичної інфраструктури Шебелинському відділенні з переробки газоконденсату та нафти АТ «Укргазвидобування» (Акт впровадження від 12.10.2020 року), ТОВ «Хладпром» (Акт впровадження від 16.10.2020 року), які знаходяться в зоні відповідальності ГУ ДСНС України в Харківській області та в навчальний процес Львівського державного університету безпеки життєдіяльності (Акт впровадження від 20.10.2020 року).

Зміст дисертації відповідає паспорту спеціальності 21.02.03 – Цивільний захист, відноситься до області технічних наук і відповідає профілю спеціалізованої ради.

**8. Зауваження.**

На мій погляд, в роботі слід відзначити наступні зауваження:

1. Поряд з детальним аналізом надзвичайних ситуацій на небезпечних об'єктах, не достатньо приділено уваги наслідкам надзвичайних ситуацій особливо пов'язаних із небезпечним забрудненням атмосферного повітря.

2. Реалізація інженерно-технічного методу попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єктах критичної інфраструктури України, при наявності стаціонарних платформ передбачає врахування поточних значень стану повітряного середовища. Проте не показано, яким чином такий показник визначається.

3. Розробка другої математичної моделі включає кілька етапів, а саме на четвертому етапі обчислюється кореляційна функція методом Грассбергера-Прокаччі. При цьому, не наведені переваги цього методу в порівнянні з існуючими.

4. У п'ятому розділі при описі методики проведення натурних експериментів не аргументовано вибір тестових горючих матеріалів.

5. У розділі 6 варіанти впровадження отриманих в дисертації результатів щодо попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єктах критичної інфраструктури описані узагальнено без зазначення конкретних рекомендацій.

6. В дисертації використовуються занадто розлогі формулювання в назвах розділів 3 і 4, а також зустрічаються певні технічні неточності в оформленні.

Зазначені зауваження по дисертаційній роботі не спотворюють достовірності отриманих висновків і рекомендацій.

# ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Мелещенка Руслана Геннадійовича «Інженерно-технічні методи попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єктах критичної інфраструктури за допомогою оперативного контролю стану повітряного середовища» є завершеною науковою роботою, що в сукупності вирішує актуальну наукову проблему у сфері цивільного захисту з розробки нових методів попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єктах критичної інфраструктури за допомогою оперативного контролю стану повітряного середовища у приміщеннях та на території (поблизу) цих об'єктів. 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 Мелещенка Р.Г. 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 Мелещенко Руслан Геннадійович 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

«15» квітня 2021 р.

Підпис С.М. Чумаченко
завіряю
Вчений секретар