

Голові спеціалізованої вченої ради
Д 26.062.09

03058, м. Київ, пр. косм. Комарова, 1

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу Кацмана Михайла Давидовича
«Методологічні засади організації управління екологічною безпекою під час
ліквідування наслідків аварійних ситуацій на залізничному транспорті»,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека

Актуальність теми дисертаційної роботи та її зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Перевезення небезпечних вантажів залізничним транспортом за певних умов може створювати ситуації, що загрожують екологічному стану довкілля та життєдіяльності людини. При цьому залізничний транспорт не може вплинути ані на обсяг, ані на номенклатуру та властивості вантажів, що надаються відправником до перевезення згідно зі встановленими правилами. Отже, перевезення небезпечних вантажів і надалі зберігатиме масовий характер, оскільки безпечність перевезень перевізнику доводиться підтримувати в умовах катастрофічного старіння технічних засобів та рухомого складу залізничного транспорту. Відповідно до цього різко зростають ризики виникнення транспортних подій. У зв'язку з цим виникає наукове протиріччя: з одного боку, через соціально обґрунтоване зростання матеріальних потреб суспільства існує необхідність у перевезенні залізничним транспортом великої кількості вантажів, зокрема небезпечних. З іншого боку, збереження екологічної рівноваги потребує зменшення екологічної небезпеки, яка може бути наслідком техногенних аварійних ситуацій під час перевезення небезпечних вантажів. Це, своєю чергою, зумовлює наукову проблему зменшення негативного впливу на довкілля та життєдіяльність людини небезпечних чинників залізничних аварійних ситуацій з небезпечними вантажами.

Таким чином, обрана тема дисертаційної роботи є актуальною, оскільки направлена на вирішення даної проблеми.

Дисертаційну роботу виконано на кафедрі цивільної та промислової безпеки Національного авіаційного університету Міністерства освіти і науки України. Здобувач, як співвиконавець, проводив дослідження у рамках відповідно до Стратегії екологічної безпеки соціально-економічного розвитку України та Транспортної стратегії України на період до 2020 року в рамках

Вх. № 15/51.02
Дата 2011.18р

наукової тематики Державного економіко-технологічного університету транспорту Міністерства освіти і науки України «Дослідження стану і тенденції розвитку транзитних перевезень та розроблення пропозицій щодо освоєння перспективних транзитних вантажопотоків через територію України» (№ 0112U006664), Академії внутрішніх військ МВС України: «Розроблення механізму взаємодії між підрозділами внутрішніх військ МВС України та спеціальними формуваннями сил цивільного захисту МНС України при виникненні надзвичайних ситуацій» (шифр «Ситуація»), 2010 р., на замовлення начальника Головного управління – командувача внутрішніх військ МВС України, Концепції «Безпечна залізниця» ПАТ «Укрзалізниця».

Ступінь новизни, обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі.

Наукова новизна отриманих результатів обумовлена теоретичним узагальненням і новим рішенням важливої наукової проблеми зменшення негативного впливу на довкілля та життєдіяльність людини небезпечних чинників залізничних аварійних ситуацій з небезпечними вантажами.

У дисертаційній роботі Кацмана Михайла Давидовича отримано такі основні науково обґрунтовані результати:

вперше проаналізовано функціонування системи залізничного транспорту як мегасистеми взаємодії з довкіллям та сучасний стан перевезення небезпечних вантажів залізничним транспортом; виявлено, що існує антагоністична суперечність між природними і техногенними чинниками аварійної ситуації, які створюють екологічну небезпеку розв'язування суперечності, та цілеспрямованими діями ліквідаційних підрозділів, на зосередження та організацію функціонування яких ще необхідні певні зусилля і час з боку органу управління;

вперше запропоновано метод оцінювання часової залежності інтенсивності викиду легкозаймистих речовин з аварійного рухомого складу, яка інтегрована у сучасну модель атмосферного перенесення таких речовин задля врахування часової мінливості джерела викиду і розрахування часової залежності концентрації цієї речовини в атмосфері на різних відстанях від аварійного рухомого складу;

вперше запропонована математична модель визначення ймовірності станів і рівня екологічної безпеки системи залізничних перевезень небезпечних вантажів під час аварійних ситуацій з такими вантажами залежно від ефективності реагування на ці аварійні ситуації, яка на відміну від існуючих, дозволяє визначити умови зменшення шкідливого впливу небезпечних чинників цих ситуацій на довкілля і людину та відновлення ефективного функціонування системи залізничних перевезень у можливо короткий термін;

вперше на основі принципу мережецентричного управління різноманітними силами і засобами створено методологічні засади управління

екологічною безпекою під час ліквідації наслідків залізничних аварійних ситуацій з небезпечними вантажами;

удосконалено математичну модель прогнозування виникнення небезпечних чинників залізничних аварійних ситуацій під час транспортування легкозаймистих і горючих речовин із застосуванням розробленого методу визначення параметрів зон забруднення верхньої будови залізничної колії від розливу нафтопродуктів з аварійного рухомого складу;

удосконалено математичні моделі оцінювання ефективності дій ліквідаційних підрозділів та їхніх з'єднань, які, на відміну від відомих, ґрунтуються на використанні методу псевдостанів теорії систем масового обслуговування, шляхом опису функціонування залучених сил і засобів під час ліквідування наслідків залізничних аварійних ситуацій із небезпечними вантажами з урахуванням часових характеристик зосередження та ефективності роботи, а також параметрів небезпечних чинників таких ситуацій;

удосконалено методологію прогнозування параметрів небезпечних чинників аварійних ситуацій на різних промислових об'єктах, які на відміну від існуючих, адаптовано до умов перебігу залізничних аварійних ситуацій з небезпечними вантажами, а також порядок визначення ситуативних критеріїв ефективності і послідовності дій оперативних штабів пунктів управління ліквідуванням наслідків таких ситуацій;

набуло подальшого розвитку прогнозування основних ймовірних процесів типових сценаріїв розвитку залізничних аварійних ситуацій і виявлення причинно-наслідкових зв'язків цих процесів з характеристиками їхніх наслідків з урахуванням негативних властивостей небезпечних вантажів для створення теоретичної основи побудови бази знань системи підтримки прийняття рішень керівників оперативних штабів ліквідації наслідків таких аварійних ситуацій;

набуло подальшого розвитку застосування методу продукцій штучного інтелекту для формування бази знань системи підтримки прийняття рішень керівників оперативних штабів пунктів управління ліквідації наслідків залізничних аварійних ситуацій з небезпечними вантажами, яка відрізняється від існуючих використанням продукційних моделей знання, що дає змогу формального опису аварійної ситуації та опрацювання у середовищі системи підтримки прийняття рішень варіантів управлінських рішень задля зменшення шкідливого впливу на довкілля та життєдіяльність людини наслідків таких аварійних ситуацій.

Основні результати досліджень автора достатньою мірою обґрунтовані. Їх наукова достовірність не викликає сумнівів, оскільки вони отримані в результаті синтезу теоретичних та експериментальних досліджень. В основу досліджень покладено комплексний системний підхід, який включає аналіз та узагальнення світового досвіду та власних досліджень з питань розвитку наукових основ управління екологічною безпекою під час ліквідування наслідків аварійних ситуацій на залізничному транспорті.

Дисертаційна робота Кацмана Михайла Давидовича є оригінальною науковою працею, яка виконана на належному теоретичному і прикладному рівні. Вона має послідовну та виважену структуру і за своєю будовою є комплексним та завершеним науковим дослідженням. Зміст роботи та багатогранність вирішення висвітленої наукової проблеми свідчать про різносторонню, і водночас комплексну наукову компетентність її автора.

Вищевикладене свідчить про обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, що викладено у дисертації Кацмана Михайла Давидовича.

Практичне значення наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Практична цінність дисертаційної роботи Кацмана Михайла Давидовича полягає у наступному:

для системи підтримки прийняття рішень керівника оперативного штабу ліквідування наслідків аварійних ситуацій при транспортуванні небезпечних вантажів використовуються математичні моделі прогнозування розвитку небезпечних для довкілля чинників типових аварійних ситуацій, математичні моделі визначення ефективності дії ліквідаційних підрозділів, аналізу обстановки і вироблення варіантів рішень;

запропонований принцип мережецентричного управління ліквідаційними підрозділами із ситуаційних центрів залізничних пунктів керування з використанням СППР у складі єдиної автоматизованої системи управління вантажними перевезеннями залізничного транспорту дає змогу скоротити час на підготовку та прийняття обґрунтованого рішення та інтенсифікувати проведення комплексу ліквідаційних заходів на 10–15 % у порівнянні з існуючою системою підготовки та прийняття рішень

застосування СППР у системі професійної підготовки начальницького складу воєнізованої охорони дало можливість покращити навички під час навчання в оцінці обстановки і виробленні рішення щодо ліквідації аварійних ситуацій при перевезенні небезпечних вантажів залізничним транспортом, а також розвинути базу знань СППР.

Практична значимість результатів підтверджується застосуванням при розробленні проекту Закону України «Про критичну інфраструктуру та її захист», при виконанні науково-дослідних робіт та у навчальному процесі, а також впровадженні у Головному управлінні воєнізованої охорони Публічного акціонерного товариства «Укрзалізниця» та у Департаменті з питань екології, енергоменеджменту, охорони праці та цивільної безпеки Маріупольської міської ради.

Повнота викладення наукових і прикладних результатів дисертації в опублікованих роботах.

За результатами дисертаційних досліджень опубліковано 49 наукових робіт, з яких 2 монографії, 24 статті у наукових фахових виданнях України та

5 статей у закордонних виданнях; 18 тез доповідей на міжнародних конференціях. Основні результати дисертаційної роботи у цих публікаціях відображено достатньо повно, а в авторефераті наведено лише основні з них.

Відповідність дисертаційної роботи спеціальності.

Стиль дисертації відповідає вимогам, що висуваються до наукових праць такого рівня, а також відзначається логічністю, структурованістю та обґрунтованістю. Структура дисертації цілком узгоджується з її темою, метою і задачами дослідження. Зміст та результати роботи відповідають формулі спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека, зокрема, пункту щодо обґрунтування теоретичних основ оцінок техногенного ризику, розроблення та пошук за їх допомогою оптимальних форм управління екологічною безпекою.

Рекомендації щодо використання результатів дисертації.

Розроблений та обґрунтований в дисертаційній роботі метод може бути рекомендованим при управлінні екологічною безпекою під час ліквідування наслідків аварійних ситуацій на залізничному транспорті.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності й оформлення.

Побудова дисертації відповідає прийнятим для наукового дослідження нормам. Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та чотирьох додатків. Загальний обсяг роботи становить 420 сторінок, у тому числі 316 сторінок основного тексту, 73 рисунка, 16 таблиць, 35 сторінок списку використаних джерел з 338 найменувань і 40 сторінок додатків. Таким чином, обсяг дисертаційної роботи відповідає нормам, встановленим для докторських дисертацій з технічних наук.

Усі положення, винесені на захист, висвітлені в тексті дисертації. Зміст дисертаційної роботи відповідає її назві.

Дисертація написана грамотною науковою мовою та оформлена відповідно до існуючих нормативних документів, текст і графічний матеріал виконані акуратно з використанням комп'ютерної техніки.

Зміст автореферату повністю відповідає змісту дисертації і достатньо повно відбиває її основні положення.

Нові наукові результати (наукові положення), які виносилися на захист кандидатської дисертації Кацмана М.Д., не використані у його докторській дисертації.

У вступі зазначено актуальність теми дисертації, сформульовано мету і задачі досліджень, заявлено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, представлено зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами, особистий внесок здобувача, перелік публікацій і апробації результатів.

Перший розділ присвячено аналізу і порівняльним дослідженням властивостей залізничної транспортної системи, що впливають на безпеку перевезень, рухомий склад, об'єкти залізничної інфраструктури та навколишнє середовище. Встановлено, що залізничний транспорт є складною

розосередженою, ергатичною, динамічною, самоорганізаційною системою, якій притаманна властивість збереження безпечності свого функціонування, що не виключає цілеспрямованих дій персоналу у аварійних ситуаціях. Також сформульовано напрям й визначено завдання досліджень, які розглянуто у наступних розділах.

У другому розділі досліджено вплив на довкілля і життєдіяльність людини залізничних аварійних ситуацій з небезпечними вантажами.

На основі основних і вибухопожежних властивостей визначена відносна кількість небезпечних вантажів різних класів безпеки, яким притаманні певні види небезпек для рухомого складу, об'єктів залізничної інфраструктури і людей, що утворюються у аварійних ситуаціях при взаємодії таких вантажів з повітрям, водою, кислотами, лугами, нафтопродуктами, а також при їх нагріванні, горінні та вибуху, що дає змогу визначити негативні наслідки аварійних ситуацій, а відтак найбільш ефективно забезпечити пожежні та відбудовні підрозділи залізниць засобами реагування на такі ситуації. Визначені основні ймовірні процеси розвитку типових аварійних ситуацій з небезпечними вантажами. Розглянуто основні фізико-хімічні процеси горіння і вибуху небезпечних вантажів різних агрегатних станів. Для прогнозування наслідків залізничних аварійних ситуацій за участю небезпечних вантажів у роботі розглянуто екологічну систему «аварійний рухомий склад – навколишнє середовище» як марківську систему масового обслуговування, що дало змогу виявити співвідношення між параметрами цієї системи, які призводять до катастрофічного наслідку. Для визначення величин забруднення зон уражень, врахування часової мінливості джерела викиду, розрахунку нестационарної часової залежності концентрацій небезпечних речовин в атмосфері на різних відстанях від джерела викиду розроблена та інтегрована у сучасну математичну модель перенесення забруднюючих речовин метод визначення часової залежності викиду небезпечних хімічно небезпечних легкозаймистих речовин.

У третьому розділі наведено науково-методичні основи управління реагуванням на залізничні аварійні ситуації з небезпечними вантажами. Встановлено, що при настанні такої аварійної ситуації керівнику оперативного штабу в складних умовах відсутності повної та вірогідної інформації про причинно-наслідкові зв'язки між компонентами аварійної ситуації необхідно приймати певну кількість індивідуальних, колегіальних, інформаційних організаційних та оперативних рішень, спрямованих на узгодження, координацію та управління підлеглими пунктами управління і ліквідаційними підрозділами, яка може перевищувати його можливості щодо прийняття таких рішень та/або впливати на їх обґрунтованість. Формалізовано систему залізничних перевезень небезпечних вантажів у вигляді орієнтованого графу станів безпечного функціонування системи, настання залізничної аварійної ситуації, її оцінювання, локалізації та ліквідації її наслідків. Розроблені математичні моделі, які доведені до рівня практичних розрахунків

ймовірностей перебування системи залізничних перевезень небезпечних вантажів у стані безпечного функціонування у залежності від тих чи інших технологічних та організаційних заходів підтримання системи у стані надійності. Розроблені структурно-логічні схеми дій оперативного штабу у типових ситуаціях ліквідації наслідків залізничних аварійних ситуацій, які ґрунтуються на ситуативних критеріях прийняття рішень – збалансованих термінів відновлення руху поїздів (сталого функціонування транспортної системи) і необхідних для цього ресурсів для використання у базі знань СППР керівника оперативного штабу. Обґрунтовані параметри майбутнього покоління пожежних аварійно-рятувальних поїздів.

У **четвертому розділі** здійснено наукове обґрунтування ефективності процесів відновлення безпечного стану функціонування системи «навколишнє середовище-аварійний об'єкт-ліквідаційні підрозділи». З'ясовано, що в процесі організації ліквідаційних робіт необхідно забезпечувати певні ситуативні критерії їхньої ефективності, досягнути яких можна лише на підставі науково обґрунтованого прогнозування успішності завершення цих робіт у визначені терміни та при наявних ресурсах. Встановлені кількісні співвідношення між інтенсивністю впливу небезпечних чинників залізничної аварійної ситуації, часом прибуття, розгортання і продуктивністю дій ліквідаційних підрозділів та ефективністю виконання ліквідаційних робіт. Доведено, що суттєве зменшення негативного впливу наслідків залізничної аварійної ситуації на довкілля і людину можливе при скороченні терміну проведення ліквідаційних робіт, а також при зменшенні часу зосередження підрозділів та застосуванні сил і засобів для успішного проведення робіт продуктивності, а збільшення часу зосередження потребує збільшення у рази продуктивності таких сил та засобів.

У **п'ятому розділі** проводиться дослідження теоретичних основ оптимальних форм управління реагуванням на залізничні аварійні ситуації з небезпечними вантажами. Запропоновано формальний опис такої ситуації за допомогою системи продукційних правил. Обґрунтовано критерії доцільності передачі функцій прийняття рішень на відповідний рівень управління, запропоновано структуру та функції ситуаційного центру управління ліквідацією залізничної аварійної ситуації з небезпечними вантажами. Запропоновано для опису інформаційних процесів та перевірено математичні моделі, які адекватно відображають динаміку обміну інформацією в контурі керування «пункт управління – ліквідаційні підрозділи» при будь-якій кількості служб та підрозділів, зайнятих ліквідаційними роботами, та етапів цих робіт. Доведено, що швидкої стабілізації інформаційного потоку на мінімальному рівні можна домогтися із збільшенням числа ліквідаційних робіт, які знаходяться в межах горизонту планування.

У **додатках** міститься класифікація небезпечних вантажів різних класів безпеки, дослідження впливу наслідків аварійних ситуацій на залізничному транспорті на стан екологічної безпеки довкілля, а також прогнозування

значень параметрів небезпечних чинників залізничних аварійних ситуацій з небезпечними вантажами. Надані акти впровадження результатів дисертації.

Зауваження до дисертаційної роботи та автореферату.

В процесі ознайомлення з роботою виникли такі зауваження та недоліки:

1. У підрозділі 1.2 здобувачем проведений докладний аналіз причин виникнення та особливостей залізничних аварійних ситуацій з наглядним наведенням порівняльних характеристик кількісних оцінок (у вигляді таблиць, діаграм та графіків), але у наступному підрозділі, нажаль, відсутнє графічне та табличне відображення кількісних оцінок розглянутих моделей та методик. Це підвищило б ступінь обґрунтованості зроблених автором висновків щодо вибору напряму та завдань досліджень.

2. У підрозділі 2.4 здобувачем запропонований підхід для прогнозування значень параметрів небезпечних чинників залізничних аварійних ситуацій з небезпечними вантажами, який базується на формулах (2.1) – (2.32). Бажано було б зробити оцінки достовірності прогнозу для розглянутих параметрів.

3. При розгляді математичних моделей для прогнозування розповсюдження забруднюючих речовин в атмосфері (підрозділ 2.5) бажано було б дослідити ступінь адекватності даних моделей.

4. Зважаючи на велику кількість існуючих на сьогодні методів і створених на їхніх основах програмних комплексів, які дозволяють моделювати розповсюдження забруднюючих речовин в атмосфері, бажано було б більше уваги приділити обґрунтуванню вибору моделі CALPUFF.

5. У підрозділі 3.2 бажано було б навести послідовність дій при реалізації математичної моделі реагування на аварійну ситуацію під час транспортування небезпечних вантажів.

6. Розглядаючи потік вимог при реагуванні на аварійну ситуацію (небезпечні чинники аварійної ситуації) у четвертому розділі роботи здобувач розглядає можливості аналізу відповідної системи масового обслуговування за допомогою методів псевдостанів або напівмарківських процесів. Але при наявності великої кількості флуктуацій на короткому часовому інтервалі дані методи можуть надавати велику похибку.

7. У підрозділі 4.4 здобувачем запропонований комплексний показник оцінювання впливу залізничних аварійних ситуацій на довкілля, але не наведено, які значення він може приймати при практичному застосуванні для оцінювання впливу аварійних ситуацій на довкілля.

8. Виникає питання щодо обчислювальної складності оптимізаційної задачі формування етапів реалізації сценаріїв (формули (5.2), (5.3)), тому що при великій кількості змінних потрібно використовувати для її розв'язання спеціальні, не переборні, методи.

9. Є деякі зауваження щодо оформлення дисертації та автореферату (неповний перелік скорочень, по тексту роботи та автореферату присутні семантичні та синтаксичні помилки).

Відповідність дисертації встановленим вимогам і загальні висновки.

Вищевказані недоліки та зауваження не зменшують важливості результатів, що були досягнуті у дисертаційній роботі Кацмана Михайла Давидовича «Методологічні засади організації управління екологічною безпекою під час ліквідування наслідків аварійних ситуацій на залізничному транспорті». Дисертаційна робота є цілісним, структурованим і завершеним науковим дослідженням, в якому отримані нові науково обгрунтовані результати, що в сукупності вирішують конкретну наукову проблему зменшення негативного впливу на довкілля та життєдіяльність людини небезпечних чинників залізничних аварійних ситуацій з небезпечними вантажами. Результати дисертаційного дослідження в сукупності є суттєвими для розвитку теорії та практики організації управління екологічною безпекою.

Розглянута дисертаційна робота відповідає вимогам, що ставляться до докторських дисертацій згідно «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 (із змінами), а її автор, Кацман Михайло Давидович, заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент
професор кафедри обчислювальної техніки та програмування
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»;
доктор технічних наук
професор

Г.А. Кучук

20 листопада 2018 р.

