ВІДГУК

офіційного опонента – доктора технічних наук, професора
Шинкаренка Віктора Івановича
на дисертаційну роботу

Коряшкіної Лариси Сергіївни
«Математичні моделі та методи зонування і розміщення об'єктів в системах екстреної логістики»,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання
та обчислювальні методи

Актуальність теми дисертаційної роботи

Важливою умовою сталого розвитку економіки України є ефективне функціонування підприємств гірничо-металургійного комплексу та критичної інфраструктури, адже їх продукція використовується в усіх стратегічних галузях країни. З іншого боку, виробництва цієї галузі становлять основну частину потенційно небезпечних об'єктів у регіонах. Підвищення рівня техногенної безпеки на підприємствах гірничо-металургійної галузі потребує розвитку фундаментальної та прикладної науки, техніки і технологій, формування наукових основ забезпечення захищеності критичної інфраструктури; впровадження і розвинення систем екстреної логістики, оптимізації розміщення їх підрозділів; розробки комплексу організаційних та технічних рішень щодо своєчасних превентивних дій, спрямованих на уникнення надзвичайних ситуацій. Зменшення кількості та масштабів техногенних аварій забезпечується профілактикою, раннім попередженням, проведенням превентивних дій. Аби мінімізувати сумарні матеріальні та людські втрати у випадку надзвичайної ситуації, потрібно завчасно визначити раціональну кількість територіально розподілених структур в системі цивільного захисту, забезпечити їх кадрами, спеціальною технікою та обладнанням, запасами медикаментів, засобами забезпечення життєдіяльності тощо. Тому розробка ефективних математичних моделей процесів розподілу матеріальних ресурсів в транспортно-логістичних системах в умовах техногенних та природних надзвичайних ситуацій, вдосконалення на їх основі методів та засобів математичного та комп'ютерного моделювання раціонального територіального

розміщення елементів систем екстреної логістики є актуальною науково-прикладною проблемою, яка має важливе значення для підвищення техногенної безпеки підприємств гірничо-металургійного комплексу та критичної інфраструктури, для забезпечення розвитку промислових регіонів України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Роботу виконано в Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка» МОН України згідно з тематичними планами наукових досліджень за темами: «Дослідження та підвищення ефективності прийняття рішень диспетчером вугільної шахти» (2017-2018 рр., номер держреєстрації 0119U000343), «Задачі моделювання, оптимізації та прийняття рішень в складних системах різної природи» (2021-2022 рр., номер держреєстрації 0223U000205), «Задачі аналізу, моделювання та оптимізації технологічних процесів у складних системах різної природи» (2023-2025 рр., номер держреєстрації 0123U100011).

Наукові результати та їх новизна

Отримані наукові результати розв'язують актуальну науково-прикладну проблему розробки ефективних математичних моделей процесів розподілу матеріальних ресурсів в транспортно-логістичних системах в умовах техногенних надзвичайних ситуацій, вдосконалення на їх основі методів та засобів математичного та комп'ютерного моделювання раціонального територіального розміщення елементів систем екстреної логістики.

Автором вперше одержано наступні нові результати:

вперше:

– розроблено математичні моделі територіального зонування у вигляді задач оптимального мультиплексного розбиття континуальних множин. Такі моделі описують розподільчі процеси в транспортно-логістичних системах за критеріями мінімізації відстані до декількох найближчих центрів з можливим перекриттям зон обслуговування;

– математичні моделі двоетапних та частково-двоетапних розподільчих процесів в системах екстреної логістики виконано на основі моделей неперервних задач оптимального розбиття множин з розміщенням центрів та додатковими зв'язками;

– розроблено теоретичні та методологічні основи комп'ютерного моделювання оптимального розміщення об'єктів та зонування територій в

системах екстреної логістики на основі інтеграції обчислювальних методів мультиплексного розбиття множин і двоетапного розміщення-розподілу з сучасними ГІС-технологіями;

– на основі методу FRAM створено модель транспортного процесу і запропоновано методику оцінювання спільного впливу на нього різних чинників техногенного, природного та соціального походження;

розвинена:

– теорія неперервних задач оптимального розбиття множин за рахунок введення поняття мультиплексного розбиття і розробки математичних моделей оптимального зонування територій, результатом реалізації яких є розбиття території із перекриттям сервісних зон. Тим самим суттєво розширене коло практичних задач, які у математичній постановці зводяться до задач оптимального розбиття множин.

узагальнено:

– узагальнені моделі неперервних задач оптимального багатократного кульового покриття множин на випадок урахування додаткових обмежень на місця розміщення центрів куль, що утворюють покриття. Побудовані моделі оптимального покриття використані для опису задач раціонального розміщення екстрених служб за критерієм мінімізації часу реагування на вимогу найвіддаленішого клієнта.

удосконалено:

систему управління ризиками небезпек на підприємствах за рахунок розробки математичних моделей оптимального вибору сукупності запобіжних заходів щодо зниження рівня професійного ризику до прийнятних норм за різними критеріями – мінімізації кількості матеріальних витрат або максимізації ефективності вкладення коштів.

Достовірність отриманих результатів, обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджена їх несуперечністю загальнонауковим засадам, коректним використанням методів системного аналізу, математичного програмування, функціонального аналізу, теорії множин при моделюванні процесів розподілу матеріальних ресурсів в транспортно-логістичних системах; узгодженістю аналітичних та чисельних результатів; збіжністю окремих результатів, отриманих з використанням розроблених методів та іншими науковцями; впровадженням розроблених методик та рекомендацій, зокрема на підприємствах гірничо-металургійної галузі.

Практичне значення та цінність отриманих результатів

Практична значущість дисертаційного дослідження полягає у створенні програмного додатку, який реалізує усі розроблені в дисертації методи оптимального зонування територій, раціонального розподілення матеріальних потоків у багаторівневих транспортно-логістичних системах. На модельних прикладах двоетапних задач логістики досягнуто зниження сукупних витрат, пов'язаних з управлінням матеріальними потоками, максимально на 20%. Показано, що ефективність витрат може зрости відповідно на 17% – 46%, а самі витрати при цьому зменшитися на 9% – 18% у порівнянні з ефективністю і кошторисом мінімальної кількості заходів щодо зменшення ризику небажаних подій до допустимого рівня.

Складено методики оптимального розподілу матеріальних потоків між підрозділами багатоетапного виробництва, раціонального вибору місць розташування аварійно-рятувальних служб на випадок техногенних аварій, рекомендації щодо розробки науково-освітньої платформи для розв'язання актуальних проблем у сфері логістики. Методики і рекомендації впроваджено в навчальний процес НТУ «Дніпровська політехніка» МОН України, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, Придніпровський науковий центр НАН України і МОН України, ТОВ «Шахтостроймонтаж», ТОВ «Донбассшахтопроект». Результати роботи також впроваджено в навчальний процес Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

Розроблений програмний продукт доцільно використовувати при вирішенні проблем, пов'язаних із стратегічним плануванням у виробничій, соціальній, економічній сферах людської діяльності, зокрема при створенні територіально розподілених компаній з повним циклом виробництва, для визначення необхідної кількості сил і засобів, розробки стратегії і тактики надання допомоги населенню регіону на випадок НС; для оперативного реагування на надзвичайні ситуації, розподілу ресурсів підпорядкованих підрозділів систем екстреної логістики.

Розробленими математичними моделями і методами оптимального вибору сукупності запобіжних заходів щодо зниження рівня професійного ризику до прийнятних норм варто користуватись у системах управління ризиками небезпек на підприємствах.

Вважаю, список практичних застосувань розроблених методів не обмежується зазначеними в роботі, в подальшому розроблені моделі і методи можливо буде удосконалювати і використовувати для оптимізації багаторівневих транспортно-логістичних систем.

Оцінка змісту, ступеню завершеності та обґрунтованості положень дисертації

У *вступі* здобувачем визначено актуальність теми, сформульовано мету дослідження та задачі, розв'язання яких забезпечує реалізацію мети роботи, подано наукову новизну та практичне значення результатів. Наявна інформація про публікації та апробацію результатів досліджень.

У *першому розділі* автором описано та проаналізовано існуючі провідні дослідження, пов'язані з розробкою інформаційних технологій функціонування логістичних систем, математичним моделюванням і методами розв'язання оптимізаційних задач екстреної і гуманітарної логістики; розглянуто роботи, в яких розв'язуються задачі територіального розміщення логістичних центрів.

У *другому розділі* автором розроблено математичні моделі і методи розв'язання задач оптимального зонування територій із закріпленням зон за певними центрами для надання послуг, пов'язаних з організацією аварійно-рятувальних у разі загрози виникнення надзвичайних ситуацій з можливістю перекриття зон на той випадок, коли найближчий до постраждалого центр не зможе надати послугу.

У *третьому розділі* автором удосконалено моделі та методи оптимального багатократного кульового покриття, котрі, на відміну від раніше відомих, враховують властивості множини, на якій розміщуються центри. Це дозволяє підвищити обґрунтованість прийняття рішень про вибір місць розташування підрозділів систем екстреної логістики на базі існуючих об'єктів, і забезпечує уникнення розташування центрів занадто близько один від одного.

У *четвертому розділі* автором розроблені моделі, методи та алгоритми двоетапних та частково-двоетапних процесів розподілу матеріальних ресурсів, розміщення органів евакуації населення і територіального зонування району, що може зазнати шкоди від НС. Теоретично обґрунтовано використання математичних моделей і методів розв'язання задач оптимального розбиття континуальних множин з розміщенням центрів та

додатковими зв'язками (ОРМДЗ) під час опису і дослідження вказаних процесів.

У *п'ятому розділі* автором продемонстровано можливість спільного застосування математичного забезпечення, розробленого для розв'язання оптимізаційних задач екстреної логістики, і геоінформаційних систем. Запропоновані у попередніх розділах моделі оптимізаційних задач і методи їх розв'язання впроваджені в інформаційній технології завчасної територіальної сегментації в системах екстреної логістики.

У *шостому розділі* автором розроблено методики оцінювання ризику інцидентів під час пасажирських перевезень з використанням методу FRAM, побудовано математичні моделі оптимального вибору комплексу завчасних заходів щодо зниження ризику виникнення небезпеки на виробничих підприємствах і раціонального розподілу ресурсів з урахуванням їх розкладу на певний період.

В рамках проведеної роботи використовувались методи математичного моделювання, системного аналізу, цілочисельного лінійного програмування, нескінченновимірного математичного програмування, недиференційованої оптимізації, оптимального розбиття множин, аналізу функціонального резонансу FRAM, об'єктно-орієнтованого програмування. Аналіз змісту розділів, використаного інструментарію та способів його застосування свідчить про належну обґрунтованість наукових результатів. Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані у дисертації, обґрунтовано теоретично, підтверджено результатами практичного використання та інформацією з науково-технічної літератури.

Повнота викладення результатів дисертації в опублікованих працях

Основні результати досліджень викладено у 55 роботах: 12 статей, що входять до наукових баз Scopus або Web of Science, 14 статей, що входять до переліку фахових видань України, 24 тези доповідей на всеукраїнських та міжнародних конференціях, 1 монографія, 1 авторське свідоцтво.

Основні положення дисертації повністю викладено в опублікованих працях. Вимоги щодо кількості та якості публікацій виконано.

Повний обсяг роботи складає 381 сторінку, з яких 287 сторінок – основний текст. Список використаних джерел містить 224 найменувань.

Оформлення дисертації та реферату

Дисертація написана науково правильною мовою на високому технічному рівні з використанням сучасної термінології.

Тема, зміст та отримані наукові результати роботи відповідають спеціальності 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

В дисертаційній роботі не виявлено текстових запозичень та використання наукових результатів науковців без посилань на відповідні джерела.

Наведені в рефераті актуальність теми, мета і завдання дослідження, наукова новизна одержаних результатів та їх практичне значення, короткий зміст розділів та висновки повністю відповідають змісту дисертації.

Використання в докторській дисертації результатів наукових досліджень, за якими була захищена кандидатська дисертація

Наукові положення кандидатської дисертації Коряшкіної Л.С. не містяться в її докторській дисертації.

Зауваження до дисертації:

1. Варто було б запропонувати підхід з використанням теорії нечітких множин і нечіткої логіки щодо опису задач і процесів, які вивчаються, адже на практиці вхідні дані мають нечіткий характер.

2. В розділі 2 слід було б обґрунтувати використання саме метрик Мінковського для опису транспортних витрат на перевезення матеріальних ресурсів.

3. В розділі 3 автором введено критерій відстані до найвіддаленішої точки. При час досліджені і розв'язку конкретних практичних задач мабуть було б доцільно враховувати рельєф місцевості, природні перешкоди, адміністративні границі або прив'язки споживачів послуг до поштових відділень тощо.

4. Майже усі розроблені моделі оптимального зонування територій містять функцію $\rho(\cdot)$ попиту на послугу або щільності населення. Бажано було б навести методи її оцінювання під час розв'язання практичних задач.

5. Беручи інформацію з ГІС, задача набуває дискретного характеру. Як запропоновані методи та моделі адаптовані для таких задач. Було б доцільно

розвинути їх з залученням біонічних алгоритмів направленого стохастичного пошуку, наприклад, генетичних алгоритмів. методи у такому випадку застосовуються для її розв'язання?

6. Хоча розділ 6 і стосується систем екстреної логістики, адже присвячений питанням безпеки транспортних процесів і раціональному вибору заходів для запобігання надзвичайних ситуацій на виробництвах, не зрозуміло, яке місце вказані наробки займають у створеному програмному додатку.

7. Не варто було дублювати у загальних висновках дисертаційного дослідження інформацію про впровадження розроблених методик та рекомендацій, наведену у вступі.

8. У додатку Г наведений фрагмент програмного коду. При цьому відсутня постановка задачі, яку ним вирішується і відповідні екранні форми йоговикористання.

Однак, наведені зауваження не знижують високий науковий рівень та практичну цінність дисертаційної роботи та суттєво не впливають на її загальну позитивну оцінку.

Висновок про відповідність дисертації вимогам, які пред'являються до наукового ступеня доктора технічних наук. Дисертація Коряшкіної Лариси Сергіївни «Математичні моделі та методи зонування і розміщення об'єктів в системах екстреної логістики» є завершеною науково-дослідницькою роботою, яка містить нові науково обґрунтовані результати. У дисертаційній роботі вирішено актуальну науково-прикладну задачу підвищення ефективності планування завчасних соціально-економічних та організаційно-технічних заходів, оперативного реагування на надзвичайні ситуації, зокрема техногенного характеру.

Тема і зміст роботи відповідають спеціальності 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи, а наукові та практичні результати, отримані в дисертаційній роботі є значущими для галузі знань «Інформаційні технології».

Вважаю, що дисертація Коряшкіної Лариси Сергіївни відповідає вимогам пп. 9, 10 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 зі

змінами, затвердженими постановою Кабінету Міністрів України від 19 серпня 2015 року, № 656 до докторських дисертацій, а її автор Коряшкіна Лариса Сергіївна заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Офіційний опонент –
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри Комп'ютерних інформаційних
технології Українського державного університету
науки і технологій

Віктор ШИНКАРЕНКО

Підпис професора кафедри Комп'ютерні
інформаційні технології, д.т.н. проф.
Віктора Шинкаренка
ЗАВІРЯЮ

Т.в.о. ректора Українського
державного університету науки
і технологій

Ольга РИЖОВА