

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації
Івохіної Катерини Євгеніївни
на тему: *«Інтелектуальні методи та моделі в задачах оптимізації транспортних та
мережевих потоків з урахуванням нечіткого відліку часу»*,
що подається на здобуття ступеня доктор філософії
за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»

Актуальність теми.

Задачі маршрутизації транспортних та мережевих потоків розглядаються як задачі пошуку розв'язків для вирішення проблем ефективного за різними показниками способу транспортування продукції та необхідності забезпечення раціонального розподілу потоків даних, що виникають у різних галузях виробничої та соціальної діяльності. Серед важливих проблем ефективного використання транспортних та мережевих каналів потрібно виділити, в першу чергу, задачі забезпечення раціональної логістики, задачі ефективної маршрутизації у комунікаційних мережах, задачі забезпечення максимальної безпеки при проведенні робіт в небезпечних умовах, задачі організації та проведення рятувальних та відновлювальних робіт тощо.

При вирішенні задач сфери логістики часто виникають ситуації, в яких вдало сформульована задача математичного програмування може повністю змінити проблемну ситуацію, навіть зробити логістичний процес більш ефективним та оптимізованим. Ефективний розподіл каналів зв'язку на основі використання математичних моделей і програмних засобів для забезпечення передачі потоків даних в умовах сучасного інформаційного суспільства також потребує вирішення різних практичних задач. Особливої уваги такі задачі набувають за умови врахування окремих суб'єктивних та об'єктивних факторів впливу на зміст відповідних процесів. Тому, в якості основних напрямів дослідження було обрано проблеми логістичної та мережевої маршрутизації, які можна вирішити на основі задач комівояжера та оптимізації потоків у мережі з урахуванням нечіткості вхідних параметрів, що визначає актуальність даного дослідження.

Зв'язок теми дослідження з планами науково-дослідних робіт

Представлена дисертаційна робота є завершеним самостійним дослідженням, що виконане автором відповідно до планів науково-дослідних робіт Національного транспортного університету в межах наукової теми кафедри інформаційних систем і технологій *«Системні дослідження та інформаційні технології у транспортній галузі, телекомунікаціях, промисловості та бізнесі»* (№ державної реєстрації 0124U003679).

Тема дисертації тісно пов'язана з напрямом наукової діяльності кафедри, зокрема з питаннями моделювання та оптимізації інформаційних процесів у логістиці, розробки математичних моделей при вирішенні задач розподілу ресурсів, а також створення програмних засобів для інформаційно-аналітичної підтримки прийняття управлінських рішень у мережевих логістичних системах.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків, рекомендацій, які захищаються.

У дисертаційній роботі розроблено сучасні моделі, програмні засоби та інтелектуальні технології для розв'язування задач маршрутизації у процесах логістики та розподілу потоків даних на мережі комунікаційних каналів з урахуванням впливу суб'єктивних оцінок щодо тривалості переміщення у транспортних мережах і нечітких оцінок обсягів споживання споживачів інформаційних мереж. Для дослідження задачі комівояжера з нечіткими оцінками часу переміщень розв'язано завдання щодо впровадження інтелектуальних технологій машинного навчання розпізнавання сутності контенту для використання в процесі аналізу змісту новинних ресурсів. Усі результати є обґрунтованими й достовірними, що підтверджується відповідними методами, що використовувалися, та отриманими висновками й впровадженнями.

Основні результати дослідження, ступінь їх наукової новизни та значущості:
вперше:

- в рамках задач маршрутизації на транспортних мережах сформульовано підхід до урахування нечітко визначеної тривалості переміщень, що задаються трикутними нечіткими числами, із застосуванням процедур багатокритеріальної оцінки та дефазифікації;

вдосконалено:

- модель оптимального розподілу обсягів передачі даних у комунікаційних каналах інформаційних мереж шляхом урахування нечітко визначених потреб споживачів, яка, на відміну від існуючих, дозволяє враховувати невизначеність попиту у вигляді нечітких обмежень при формуванні оптимальних рішень;
- методи розв'язання нечітких задач комівояжера та розподілу потоків у мережі шляхом адаптації класичних та евристичних алгоритмів до умов нечіткої невизначеності та їх поєднання з елементами інтелектуальних технологій обробки даних, які, на відміну від існуючих, забезпечують можливість одночасного врахування нечітких параметрів і даних, отриманих з інформаційних джерел;
- схему застосування методу динамічного програмування для задачі комівояжера на основі потокового алгоритму Орліна в умовах нечітко заданих параметрів, яка, на відміну від існуючих, враховує невизначеність вхідних даних при побудові оптимального маршруту;

набули подальшого розвитку

- застосування методу імітації відпаду для розв'язання нечітких оптимізаційних задач маршрутизації, яке, на відміну від існуючих, передбачає врахування нечітких оцінок параметрів та процедур їх дефазифікації;
- методи машинного навчання для розпізнавання сутностей контенту при аналізі інформації з новинних ресурсів з метою формування вхідних параметрів оптимізаційних моделей, які, на відміну від існуючих, орієнтовані на інтеграцію результатів обробки текстових даних у задачі маршрутизації та розподілу потоків.

Практичне значення результатів дослідження полягає в можливості практичного впровадження отриманих в дисертаційній роботі результатів для підвищення ефективності логістичних процесів на прикладі розв'язування задачі комівояжера та для вдосконалення процесів розподілу каналів передачі даних в інформаційно-комунікаційних мережах. Результати дисертаційного дослідження використовувались у навчальному процесі на факультеті транспортних та інформаційних технологій Національного транспортного університету при підготовці

лекційного курсу «Моделювання систем», а також впроваджено для пошуку маршрутів руху туристичної агенції «TEZ-Тур» та розрахунку обсягів каналів передачі даних у трирівневій комп'ютерній мережі Технічного центру НАН України.

Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок у них автора

Результати дисертаційної роботи опубліковано в іноземному періодичному виданні:

1. Gavrylenko V.V., Ivohina K.E., Makhno M.F. Solving the problem of channel volume's distribution in 3-tier network taking into account fuzzy constraints on consumption volumes (Розв'язання задачі розподілу потужності каналів у 3-рівневій мережі з урахуванням нечітких обмежень на обсяги споживання) // *Modern engineering and innovative technologies*, 2024. – №32. – P.42-51.

DOI: <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2024-32-00-043>

Особистий внесок автора – автором сформульована та досліджена математична модель оптимального розподілу потужності каналів передачі даних, наведено приклад розв'язання реальної прикладної задачі.

Результати дисертаційної роботи опубліковано в наукових фахових виданнях України:

1. Гавриленко В.В., Івохіна К.Є., Рудоман Н.В. Про застосування методу імітації відпалу для розв'язання нечіткої задачі комівояжера// Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава, 2022. – Вип. 3 (69). – С.34-41.

DOI: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2022.3.060>

Особистий внесок автора – автором запропоновано і отримано результати побудови розв'язків нечіткої задачі комівояжера з параметрами тривалості переміщень, заданими у вигляді інтервалів.

2. Івохін Є.В., Гавриленко В.В., Івохіна К.Є., Рудоман Н.В. Про підхід до розв'язання нечіткої задачі комівояжера на основі методу імітації відпалу// Автомобільні дороги та дорож. будівництво, НТУ, 2022. – 112. – С.46-51.

DOI: <https://doi.org/10.33744/0365-8171-2022-112>

Особистий внесок автора – автором отримано результати з використання методу імітації відпалу для розв'язання задачі комівояжера.

3. Ivohin E.V., Gavrylenko V.V., Ivohina K.E. On the influence of fuzzy perception of the time passage speed on the solutions of optimization planning problems (Про вплив нечіткого сприйняття швидкості плину часу на розв'язки задач оптимізаційного планування) // *Artificial Intelligence*, 2023. – №1 (95). – P.93-103.

DOI: <https://doi.org/10.15407/jai2023.01.093>

Особистий внесок автора – автором формалізовано процес оцінювання нечіткого сприйняття часового обліку.

4. Ivohin, E.V., Gavrylenko, V.V., Ivohina, K.E. On the recursive algorithm for solving the traveling salesman problem on the basis of the data flow optimization method (Про рекурсивний алгоритм розв'язання задачі комівояжера на основі методу оптимізації потоку даних) // *Radio Electronics, Computer Science, Control*, 2023. – №3. – P.141-148.

(Web of Science)

DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2023-3-14>

Особистий внесок автора – автором розроблено та реалізовано рекурсивний алгоритм розв'язання задачі комівояжера.

5. Івохін Є.В., Гавриленко В.В., Омецинська Н.В., Івохіна К.Е., Рудоман Н.В. Про один підхід до розв'язання задачі комівояжера за допомогою методу Орліна оптимізації потоків даних// Вчені записки Таврійського національного ун-ту ім. В.І. Вернадського, Сер.: Техн.науки. – 2023. – №2. – Т.34(73). – С.153-157.

DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.2.1/24>

Особистий внесок автора – автором розроблено адаптацію алгоритму Орліна для розв'язання задачі комівояжера.

6. Івохін Є.В., Гавриленко В.В., Івохіна К.Є. Про один підхід до розв'язання нечіткої задачі комівояжера на основі багатокритеріального підходу // Штучний інтелект, 2025. – №2 (103). – С.84-94.

DOI: <https://doi.org/10.15407/jai2025.02.08>

Особистий внесок автора – автором запропоновано спосіб розв'язання нечіткої задачі комівояжера на основі багатокритеріального підходу.

7. Ivohin, E.V., Gavrylenko, V.V., Yushtin, K.E., Ivohina, K.E. About rational methods for finding optimal routes in fuzzy traveling salesman problems (Про раціональні методи знаходження оптимальних маршрутів у нечітких задачах комівояжера) // Radio Electronics, Computer Science, Control, 2026. – №1. – P.121-133. (**Web of Science**).

DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2026-1-11>

Особистий внесок автора – автором запропоновано та викладено методику розв'язання нечіткої задачі комівояжера на основі багатокритеріального підходу, наведено схеми уточнення центрів тяжіння нечітких величин.

Результати дисертаційної роботи опубліковано в колективній монографії:

1. Gavrylenko V.V., Ivohin E.V., Ivohina K.E. Optimization models of transport and network flows in the problems of supporting decision-making in information management systems (Моделі оптимізації транспортних та мережевих потоків в задачах підтримки прийняття рішень в інформаційних управляючих системах) // Innovative trends in the development of information control systems and technologies [Електронний ресурс]. – Kyiv, KNEU, 2024. – 638 p. English. – P.232-255. ISBN 978-966-926-504-3

<https://ir.kneu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/ac1ba9a5-d394-4508-a9e4-daaf2db47ec8/content>

Особистий внесок автора – автором запропоновано методику розв'язання нечіткої задачі комівояжера з нечітко визначеними параметрами тривалості переміщень у мережі, наведено спосіб вирішення задачі оптимального розподілу каналів передачі даних в інформаційній мережі з урахування нечітких потреб користувачів.

Апробація результатів дослідження

Основні положення і результати роботи були викладені, обговорені та схвалені на наукових семінарах і науково-практичних конференціях, зокрема:

VI Міжнародна науково-практична конференція «Прикладні системи та технології в інформаційному суспільстві» (Київ, Україна, вересень, 2022); VII Міжнародна науково-практична конференція «Прикладні системи та технології в інформаційному суспільстві» (Київ, Україна, вересень, 2023); IX Міжнародна науково-технічна Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами» (Київ, Україна, листопад, 2022); XVI міжнародна науково-технічна конференція “ABIA-2023” (Київ, Україна, квітень, 2023); Міжнародна наукова конференція «Інтелектуальні Транспортні Системи: Екологія, Безпека, Якість, Комфорт» (Київ, Україна, квітень, 2022); Міжнародна науково-практична конференція

«Інформаційні технології в культурі, мистецтві, освіті, науці, економіці та бізнесі» (Київ, Україна, квітень, 2023); VI International scientific and practical conference «Modeling, control and information technologies» (Рівне, Україна, листопад, 2023); V міжнародна науково-практична конференція «Сучасні тенденції розвитку інформаційних систем і телекомунікаційних технологій» (Київ, Україна, червень, 2023); X Міжнародна науково-технічна Internet-конференція «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами», (Київ, Україна, листопад, 2023); Наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету (Київ, Україна, НТУ, 2023); Всеукраїнська наукова конференція здобувачів освіти і молодих учених «Відбудова транспортної інфраструктури України» (Київ, Україна, НТУ, червень, 2023); Міжнародна науково-технічна конференція «Information Systems and Technology: Results and Prospects» (IST-2024), (Київ, Україна, березень, 2024), II Міжнародна науково-технічна конференція «Штучний інтелект та інформаційні технології» (АІТ-2025), (Київ, Україна, червень, 2025), XII Між-народна науково-технічна Internet-конференція «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами», (Київ, Україна, листопад, 2025).

Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел із 116 найменувань і додатків. Роботу виконано на 163 сторінках машинописного тексту, з яких 117 сторінок основного тексту, 9 таблиць та 21 рисунок.

Текст дисертації викладено технічною мовою, логічно та послідовно. Структура дисертації, мова та стиль викладення відповідають вимогам Міністерства освіти і науки України до дисертацій. Застосована в роботі наукова термінологія є загально визнаною, стиль викладення результатів теоретичних і практичних досліджень, нових наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття та використання.

Робота є самостійно виконаною, завершеною науково-дослідною працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують конкретні науково-технічні задачі знаходження оптимізаційних ефектів при розв'язанні задачі знаходження маршрутів комівояжера (водія) при плануванні туристичних поїздок; проведення оперативного планування та модифікації маршрутів з урахуванням умов руху, зменшення часу простою та неефективного використання транспортних засобів, розв'язання задачі ефективного розподілу потужності інформаційних каналів передачі даних у тривірневій комп'ютерній мережі.

Реалізовані програмні засоби, створені на основі запропонованих методів, реалізовані та впроваджені в управлінській процес туристичної агенції «ТЕZ-тур», використані для проведення оперативного планування та модифікації наявних комунікаційних засобів з урахуванням потреб кінцевих користувачів на комунікаційній мережі Технічного центру НАН України (акти впровадження в додатку Д дисертаційної роботи).

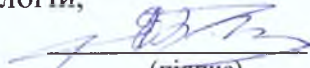
Загальний висновок

Враховуючи вищенаведене, дисертаційна робота *Івохіної Катерини Євгеніївни* на тему «*Інтелектуальні методи та моделі в задачах оптимізації транспортних та мережевих потоків з урахуванням нечіткого відліку часу*», що представлена до розгляду на розширеному засіданні кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету, та публікації здобувача, зараховані за темою дисертації, відповідають вимогам п. 6-9 «Порядку присудження скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 р. (зі змінами).

Тому, після усунення зроблених на засіданні розширеного засідання кафедри інформаційних систем і технологій зауважень та уточнень дисертаційна робота *Івохіної Катерини Євгеніївни* на тему «*Інтелектуальні методи та моделі в задачах оптимізації транспортних та мережевих потоків з урахуванням нечіткого відліку часу*» рекомендується до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

Головуючий

на розширеному засіданні
кафедри інформаційних систем
і технологій, професор кафедри
інформаційних систем і технологій,
д.ф.-м.н., професор



(підпис)

Олександр БЕЗВЕРХИЙ

Рецензенти:

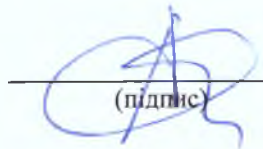
Завідувач кафедри
міжнародних перевезень
та митного контролю, д.т.н.,
професор



(підпис)

Георгій ПРОКУДІН

Завідувач кафедри
інформаційно-аналітичної
діяльності та інформаційної
безпеки, д.т.н., професор




(підпис)

Алі Аль-АММОРИ

Секретар

на розширеному засіданні кафедри
інформаційних систем і технологій,
старший викладач



(підпис)

Артем ОГАРКОВ