

У спеціалізовану вчену раду Д26.059.01  
Національного транспортного університету  
Міністерства освіти і науки України  
01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1

## ВІДГУК

Офіційного опонента – доцента кафедри технології міжнародних перевезень і логістики Державного вищого навчального закладу «Приазовський державний технічний університет» МОН України, кандидата технічних наук Мнацаканян Марії Сергіївни на дисертацію Сватка Віталія Володимировича «Інтелектуальні методи та інформаційна технологія оптимізації процесів доставки вантажів у великих містах», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – Інформаційні технології

### **Актуальність теми дослідження та її зв'язок з науковими програмами, планами, темами.**

Розробка, впровадження та застосування інтелектуальних транспортних систем (ІТС) обумовлене необхідністю вирішення завдань ефективного управління транспортними системами в сучасних умовах різкого зростання інтенсивності транспортних потоків (ТП), збільшення числа транспортних засобів (ТЗ), змін швидкісних режимів та, відповідно, підвищення безпеки руху з урахуванням появи нових загроз, скорочення часу прийняття управлінських рішень, принципової нездатності людини до оперативного прийняття рішень внаслідок зростання складності та обсягів управлінської інформації.

Сучасні ІТС можливо представити як системи, створювані на основі інтеграції засобів автоматизації контролю та управління транспортом, інформаційних і комунікаційних технологій, динамічних геоданих та єдиного інформаційного середовища в транспортну інфраструктуру, ТЗ, орієнтовані на підвищення безпеки та ефективності ТП і користувачів транспорту. Відповідно, така інтеграція якісно різних методів управління в єдиний комплекс при зростанні складності та обсягів аналізованої інформації можлива тільки при використанні інтелектуальних підходів, методів та технологій.

Між тим, на відміну від більшості інтелектуальних інформаційних технологій (ІТ), що використовуються в інших предметних областях, рівень розробки, впровадження та застосування ІТ, що базуються на відповідних інтелектуальних методах, суттєво відстає від нагальних потреб при реалізації більш складних завдань управління ІТС, зокрема, при вирішенні задач оптимізації та управлінні логістичними процесами здійснення вантажних і пасажирських перевезень в умовах нестационарної динаміки ТП на ділянках вулично-дорожніх мереж (ВДМ) міст. Це пов'язано, в тому числі, із відсутністю розвинутих теоретичних уявлень про реальну (нестационарну) динаміку ТП в області високої щільності.



Отже, вище викладене обумовлює як загальнотеоретичну, так і практичну актуальність дисертаційної роботи Сватка В.В., присвяченої розробці інтелектуальних методів та інформаційних технологій оптимізації процесів доставки вантажів у великих містах.

Про актуальність дисертаційного дослідження свідчить також те, що дослідження проводилось згідно з планами Національного транспортного університету в рамках державних бюджетних тем науково-дослідних робіт кафедри інформаційно-аналітичної діяльності та інформаційної безпеки НТУ - «Розробка наукових основ застосування сучасних інформаційних технологій у створенні новітніх технологій навчання» (номер державної реєстрації 0110U006953), «Інформаційне і алгоритмічне забезпечення в процесах управління системами організаційного типу» (номер державної реєстрації 0117U002069) та «Розробка науково-технічних основ інтелектуальних інтегрованих інформаційних систем управління проектами» (номер державної реєстрації 0118U001106).

### **Загальна характеристика дисертаційної роботи.**

Структура дисертації визначена задачами дослідження і містить в собі вступ, 5 розділів, висновки, список використаних джерел, який налічує 195 найменувань, та 5 додатків на 29 сторінках. Загальний обсяг роботи містить 225 сторінок, з них 146 сторінок основного тексту, 23 таблиці та 25 рисунків.

У **вступі** сформульовані та переконливо обґрунтовані пошукувачем актуальність обраної теми дисертації, наукова новизна одержаних результатів, окреслено їх практичне значення. Зазначено особистий внесок пошукувача та відомості щодо апробації основних положень і висновків дослідження. Коректно визначені мета, об'єкт, предмет та задачі дослідження. Звертає на себе увагу те, що для досягнення поставленої мети та розв'язку зазначених в дисертації задач досліджень автором використовується велика низка сучасних методів та підходів, зокрема, системно-синергетичний підхід, методи штучного інтелекту, теорія графів та методи програмної інженерії, базові положення теорії управління, методи імітаційного моделювання, тощо.

У **першому розділі** дисертантом наведено критичний аналіз існуючих на сьогоднішній день науково-методичних уявлень про динаміку ТП та методів, моделей і інформаційних технологій щодо оптимізації процесів доставки вантажів у транспортно-логістичних системах.

Актуальність окреслених проблем, наукове значення їх вирішення зумовили вибір пошукувачем структури та змісту подального дослідження, пов'язаного з розробкою інтелектуальних методів, а також інформаційної технології оптимізації процесів доставки вантажів дрібних партій автомобільним транспортом у великих містах. Результати відповідного дослідження викладені у наступних розділах дисертації.

У **другому розділі** наведено результати розвитку синергетичних уявлень про динаміку ТП в області фазового переходу від вільного до синхронізованого стану, а також в області щільного транспортного потоку.

В розділі, з метою удосконалення мікроскопічного (синергетичного) підходу для опису динаміки транспортного потоку на певних ділянках ВДМ

або автомагістралі, отримала подальший розвиток концепція ефективного автомобіля як модельного елементу системи, що описує транспортний рух в рамках певної мікроскопічної моделі, що має такі техніко-експлуатаційні характеристики ТЗ, які є найбільш репрезентативним для ТП, що формується на певній ділянці ВДМ або автомагістралі протягом певного проміжку часу.

За результатами проведених досліджень в рамках синергетичної моделі Лоренца теоретично підтверджено наявність трьох фаз динаміки ТП, експериментально виявлених в дослідженнях Б. Кернера. Отримані функціональні залежності швидкості руху ТП від щільності ТП вказують на наявність відповідних границь переходів між фазами динаміки ТП.

Послідовно дотримуючись системно-синергетичного підходу, автору вдалося розробити інтелектуальний метод оптимізації маршрутів доставки вантажів у великих містах, який, на відміну від існуючих, враховує нестаціонарну (реальну) динаміку транспортних потоків на певних ділянках ВДМ міста. Результати цієї розробки представлені у **третьому розділі** дисертації. Запропонований метод базується на використанні модифікованого мурашиного алгоритму дискретної оптимізації та результатах синергетичної інтерпретації функціональної залежності швидкості руху транспортного потоку від його щільності. Принциповою відмінністю авторської модифікації від існуючих на сьогоднішній день модифікацій мурашиного алгоритму є те, що циклічний синхронний рух колонії мурах, що рухаються із однаковими сталими швидкостями, замінено на асинхронний рух кожної мурахи колонії з певними, різними у загальному випадку швидкостями. Це дозволяє проводити імітаційне моделювання оптимізації маршруту в умовах реальної динаміки транспортних потоків на ділянках мережі, де мурашині агенти, як аналоги ТЗ, рухаються із відповідними швидкостями.

З використанням розробленого методу в рамках задачі комівояжера проведено імітаційне моделювання оптимізації за часом маршруту в умовах, наблизених до реальної динаміки транспортних потоків на прикладі ВДМ м. Києва та м. Кіто (Quito), столиці Еквадору.

На підставі аналізу результатів імітаційних досліджень доведена можливість застосування методу та створеної на його основі інформаційної технології для ефективного управління процесом перевезень в мегаполісах, зокрема, при вирішенні задач динамічної маршрутизації доставки вантажів в реальному режимі часу з урахуванням реального стану руху транспорту на відповідних ділянках ВДМ.

**Четвертий розділ** присвячено аналізу результатів імітаційних досліджень в рамках запропонованого методу визначення оптимального розташування розподільчих об'єктів транспортно-логістичних систем, що має важливе значення для ефективного управління логістичними процесами при вантажних перевезеннях. Цей метод розроблений на основі методу планування променевої терапії злюкісних пухлин та використання модифікованого мурашиного алгоритму.

Отримані результати розрахунків вказують на те, що визначення оптимального розташування складів на замкненій площі обслуговування за допомогою запропонованих методів, дає можливість зменшити витрати на доставку товару на 7-23%, в залежності від місця розташування складів.

У п'ятому розділі представлені результати розробки інформаційної технології динамічної маршрутизації вантажних перевезень, що базується на використанні розроблених інтелектуальних методів оптимізації процесів доставки вантажів дрібних партій на ВДМ великих міст, які дозволяють враховувати нестационарну (реальну) динаміку транспортних потоків високої щільності в реальному режимі часу при проведенні оптимізації маршрутів доставки, а також визначати оптимальне розташування розподільчих об'єктів доставки вантажів на таких ВДМ.

Така інформаційна технологія реалізується в запропонованій пошукувачем моделі інформаційної системи підтримки прийняття рішень (ІСППР).

Отримані результати апробації ІСППР вказують на можливість суттєвого (принаймні до 30%) підвищення ефективності функціонування транспортно-логістичних систем доставки вантажів на ВДМ, що характеризуються високою завантаженістю ділянок проїзних доріг.

Розроблені пошукувачем рекомендації щодо застосування ІСППР та запропонованої інформаційної технології для управління процесами доставки вантажів являються корисними для широкого кола зацікавлених сторін, які приймають участь у розробці, створенні та впровадженні ефективних транспортно-логістичних систем як підсистем ІТС щодо оптимізації та оперативного управління процесами доставки вантажів на ВДМ великих міст.

Логіка дисертаційного дослідження підпорядкована поставленій меті та завданням, визначає структуру роботи. Структура дисертаційної роботи узгоджується з назвою, метою та задачами дослідження, її оформлення відповідає чинним вимогам, наукові положення, висновки і рекомендації ґрунтуються на результатах авторських досліджень проблеми.

Матеріал дисертації викладений логічно, послідовно, обґрунтовано, чіткою мовою. Зміст дисертації та її виклад свідчить про завершене наукове дослідження. Наукові задачі вирішено у повному обсязі, в результаті чого реалізовано поставлену мету. Висновки дисертаційного дослідження змістовно та цілком адекватно підсумовують досягнуті результати роботи. Роботу оформлено якісно, відповідно до встановлених вимог щодо кандидатських дисертацій.

Результати, отримані в роботі, пройшли належну апробацію на п'ятнадцяти науково-практичних конференціях.

Автореферат розкриває основні положення дисертаційної роботи і відповідає її змісту та структурі. Текст автореферату не містить положень, які не знайшли відображення в дисертації.

Загалом слід зазначити, що методологія дисертаційного дослідження має сучасний характер, містить широкий спектр новітніх методів досліджень, а

також комп'ютерне моделювання та експериментальну перевірку основних наукових положень на всіх етапах проведеного дослідження. Дисертація написана професійною науковою мовою і за оформленням та змістом повністю відповідає вимогам МОН України та паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

### **Ступінь обґрунтованості й достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.**

Узагальнюючи результати аналізу змісту дисертації Сватка В.В., можна зазначити, що обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які захищаються, забезпечується використанням великої низки сучасних апробованих загальнонаукових та спеціальних методів дослідження. Виконане дослідження свідчить про широку і глибоку обізнаність дисертанта з науковими працями вітчизняних і закордонних вчених. Усі отримані здобувачем результати, узгоджуються з відповідними статистичними та експериментальними даними, не суперечать результатам попередніх дослідників, і є їх логічним розвитком.

Обґрунтованість та достовірність отриманих результатів також підтверджується значною апробацією на вітчизняних та міжнародних конференціях.

Пошукувач розробив та вдосконалив низку методів щодо оптимізації процесів вантажних перевезень в умовах високої завантаженості транспортних мереж, які знайшли своє впровадження на деяких підприємствах та в освітньому процесі. Це свідчить про адекватність використання запропонованих методів і, відповідно, можливість їх застосування в практичній діяльності підприємств дорожньо-транспортної галузі.

### **Наукова новизна результатів досліджень.**

Головним результатом дисертаційного дослідження є створення сучасного науково-практичного базису інтелектуалізації транспортно-логістичних систем доставки вантажів у великих містах шляхом реалізації розробленої інтелектуальної інформаційної технології динамічної маршрутизації вантажних перевезень в реальному режимі часу з урахуванням нестационарної (реальної) динаміки транспортних потоків на ділянках ВДМ.

При цьому автором вперше розроблено інтелектуальні методи оптимізації процесів доставки вантажів дрібних партій на ВДМ великих міст, які на відміну від існуючих, дозволяють враховувати нестационарну (реальну) динаміку транспортних потоків високої щільності в реальному режимі часу при проведенні оптимізації маршрутів доставки, а також визначати оптимальне розташування розподільчих об'єктів доставки вантажів.

На основі розроблених методів вперше в рамках запропонованої моделі ІСППР при логістичному управлінні доставки вантажів у великих містах розроблено інтелектуальну інформаційну технологію динамічної маршрутизації вантажних перевезень, яка на відміну від існуючих, враховує нестационарну динаміку транспортних потоків в області великої щільності, що формуються на ділянках ВДМ.

Пошукувачем удосконалено метод дискретної оптимізації маршрутів інформаційних потоків різної природи, що базується на модифікованому методі мурашиного алгоритму, який, на відміну від існуючих, дозволяє враховувати вплив зовнішнього нестационарного середовища на швидкість передачі інформації по ланцюгах інформаційної мережі.

Дисертантом за результатами проведеного дослідження розвинуто синергетичні уявлення про динаміку ТП в області високої щільності, на підставі яких здійснено інтерпретацію нестационарної динаміки ТП в області фазових переходів, а також визначені функціональні залежності зміни швидкості потоку руху від характерного часу зміни режиму динаміки ТП та щільності навантаження на ділянках мережі. Тут при теоретичному аналізі динаміки ТП, на відміну від існуючих мікромоделей, враховуються в рамках розвинутої автором концепції техніко-експлуатаційні властивості ТЗ, що формують ТП у певні проміжки часу на певних ділянках ВДМ.

### **Практичне значення результатів дисертаційного дослідження.**

Запропоновані автором інтелектуальні методи та інформаційна технологія оптимізації процесів доставки вантажів мають універсальний характер і можуть знайти своє застосування при створенні ефективних інтелектуальних транспортних систем міст для вирішення задач оперативного (в онлайн режимі) управління процесом перевезень на ВДМ міст, а також на підприємствах-перевізників та в органах державної влади (Державне агентство автомобільних доріг України, Департаменти транспортної інфраструктури міських та обласних державних адміністрацій України) при вирішенні задач транспортної логістики для систем різної розмірності (місто, регіон, перевезення при міжнародному сполученні).

Представлена дисертантом модифікація мурашиного алгоритму може знайти своє застосування при вирішенні широкого кола задач дискретної оптимізації маршрутів інформаційних потоків різної природи, в яких необхідно враховувати вплив зовнішнього нестационарного середовища на швидкість передачі інформації по ланцюгах інформаційної мережі.

Розвинута в дисертаційному дослідженні концепція ефективного автомобіля дозволяє коректно описувати склад та характеристики транспортного потоку, що формується на певних ділянках ВДМ міст, і може бути корисною, зокрема, при описі транспортних процесів в рамках широкого класу мікрокопічних моделей.

Про практичне значення результатів досліджень також свідчить те, що отримані в дисертації результати знайшли своє впровадження у практичну діяльність перевізників у формі пропозицій та методичних рекомендацій, а саме: ТОВ «ФрозенФрут», ТОВ «Ландгут Бройлер», СТОВ «ППР Зугреський». Розроблені теоретичні та науково-методичні положення дисертаційного дослідження використані при розробці освітніх програм з дисциплін «Основи функціонування інтелектуальних транспортних систем», «Інтелектуальний аналіз даних» при підготовці бакалаврів та магістрів на кафедрі інформаційно-аналітичної діяльності та інформаційної безпеки та

кафедрі інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету.

**Оцінка повноти викладення результатів дослідження в опублікованих працях.**

Основні результати дослідження опубліковано в 25 працях, серед яких 10 статей у наукових фахових виданнях, в тому числі 4 статті, що входять до наукометричних баз Scopus та Web of Science, а також 15 тез доповідей міжнародних та вітчизняних наукових конференцій. Отримано 3 свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір.

В опублікованих працях пошукувача у достатній мірі відображені сутність отриманих результатів дослідження та їх наукова новизна. Для спільних наукових праць автором зазначено його особистий внесок.

**Дискусійні положення та зауваження щодо змісту дисертації.**

Дисертація містить низку дискусійних положень та зауважень. Зокрема:

1. У першому розділі автору доцільно було б приділити більше уваги питанню коректного синергетичного опису динаміки транспортного потоку для щільних його станів та визначення теоретичної залежності ВДМ.

2. Доцільно було б розкрити суть методу оптимізації розташування розподільчих об'єктів (складів), що базується на методі планування променевої терапії злойкісних новоутворень у другому розділі дисертаційної роботи.

3. У третьому розділі при описі задачі комівояжера було б доцільно описати більш детально завдяки яким змінам класичного алгоритму мурашиної колонії вирішується задача маршрутизації, саме за умови реального стану динаміки транспортного потоку (в реальному часі).

4. Автор стверджує, що запропонована модифікація мурашиного алгоритму має універсальний характер і може знайти своє застосування для вирішення задач дискретної оптимізації маршрутів інформаційних потоків різної природи з урахуванням впливу зовнішнього нестационарного середовища на швидкість передачі інформації по ланцюгах інформаційної мережі, але не конкретизує які саме фактори зовнішнього нестационарного середовища впливають на роботу системи.

5. У розділу 3 вказано, що у випадку який розглядається в роботі необхідно використовувати інформацію про щільність транспортного потоку на ділянках ВДМ у реальному часі. Ця інформація може бути отримана при використанні бортового обладнання зв'язку транспортного засобу з іншими транспортними засобами та інфраструктурою транспортних систем – доцільно було б розширити опис обладнання з конкретизацією їх технічних характеристик.

6. Було б доцільно в моделі інформаційної системи підтримки прийняття рішень «Логістичне управління доставки вантажів у великих містах» додати функцію прогнозування впливу мінливого стану зовнішнього середовища на ділянках ВДМ.

Проте, зауваження та недоліки, виявлені в результаті критичного аналізу дисертаційної роботи, не знижують її науково-практичної цінності.

## **Загальний висновок.**

Дисертаційна робота Сватка Віталія Володимировича, що присвячена вирішенню актуальної наукової задачі з розробки інтелектуальних методів та інформаційної технології оптимізації процесів доставки вантажів у великих містах, є завершеною науковою працею, виконана з використанням сучасних методів досліджень і містить принципово нові, науково обґрунтовані результати. За змістом, науковою новизною і якістю теоретичних та практичних напрацювань відповідає рівню дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

На підставі проведеного аналізу вважаю, що подана до захисту дисертаційна робота «Інтелектуальні методи та інформаційна технологія оптимізації процесів доставки вантажів у великих містах» відповідає п.п. 9, 11, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого Постановою Кабінету міністрів України від 24.07.2013 № 567 (зі змінами і доповненнями), а її автор – Сватко Віталій Володимирович – заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

## **Офіційний опонент:**

Доцент кафедри технології міжнародних перевезень  
і логістики ДВНЗ «Приазовський  
державний технічний університет»  
МОН України, кандидат  
технічних наук

М.С. Мнацаканян

*Лі影视剧 документа кандидата  
технології міжнародних  
перевезень і логістики  
ДВНЗ „ПДТУ“ Мнацаканян М.С.  
затверджено*

*Вчений секретар вченого  
документа  
ДВНЗ „ПДТУ“ ІВ Федоса*

*29.03.2021*

