

## **ВІДГУК**

офіційного опонента к.т.н., доцента Цюцори Миколи Ігоровича  
на дисертаційну роботу Мнацакян Марії Сергіївни  
**«МОДЕЛЮВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ  
СИСТЕМ В УМОВАХ ВПЛИВУ ГЕТЕРОГЕННИХ ФАКТОРІВ  
НЕСТАЦІОНАРНОГО СЕРЕДОВИЩА»**,  
представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук  
за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

### **Актуальність теми та зв'язок з науковими планами і програмами**

Актуальність теми дисертаційної роботи обґрунтована досить переконливо. Автором зазначено, що розширена концепція навігації в міських інтелектуальних транспортних системах передбачає обов'язкове використання ІТ-механізмів та виконання таких функцій як on-line моніторинг транспортних потоків і показників якості зовнішнього оточуючого середовища мережі. Сучасні тенденції активного зростання завантаженості транспортних систем, значно випереджаючий темпи дорожнього будівництва відіграє ключову роль у виборі інтелектуальних транспортних систем в якості однієї з технологічних платформ для підвищення ефективності управління транспортною інфраструктурою промислових центрів. Необхідне створення принципово нових інтегрованих інтелектуальних підсистем, які водночас охоплюють масиви різномірних даних, що використовують сучасні нейромережеві та геоінформаційні технології для забезпечення інформаційної підтримки процесу управління.

Даний напрям обумовлює створення систем автоматизованого управління транспортною інфраструктурою, що на сьогодні потребує вирішення цілого кола наукових та технічних задач.

Новітні досягнення в області інформаційних технологій, комп'ютерної техніки, сучасних видів зв'язку, ефективних навігаційних систем, технічних засобів збору, обробки інформації та регулювання дорожнім рухом не знаходять широкого застосування при управлінні перевезеннями і рухом промислового та комунального транспорту через недостатність наукових знань для використання всього спектра функціональних можливостей зазначених розробок. Необхідні розвиток і розробка методів, моделей, алгоритмів і програмного забезпечення для

вирішення завдань розподілу транспортних потоків на мережі автодоріг та оптимізації маршрутів руху, як окремо промислового транспорту, так і транспортних потоків в умовах застосування технологій інтелектуальних транспортних систем.

Отже, тематика дисертації Мнацаканян Марії Сергіївни, пов'язана з підвищенням ефективності моделювання інтелектуальних транспортних систем в умовах впливу гетерогенних факторів нестационарного середовища на ділянках вулично-дорожньої мережі промислових центрів, є актуальною.

Дослідження є складовою частиною науково-дослідної роботи кафедри технології міжнародних перевезень і логістики ДВНЗ «ПДТУ» за темами: «Стале збереження довкілля в умовах розвитку транспортної логістики Приазов'я» №0307U003331; «Імплементация парадигми сіті логістичних рішень ефективної транспортної мережі в умовах раціонального природокористування» №0113U001330; «Інтелектуальні транспортні системи в сітілогістичному середовищі» №0113U006290; «Інтелектуалізація транспортних технологій» №0117U007310.

### **Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, їх достовірність**

Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, списку використаних джерел із 157 найменувань, 5 додатків. У роботі наведено 58 рисунків та 20 таблиць.

У вступі та першому розділі сформульовано наукову задачу дисертаційної роботи, обґрунтовано актуальність теми, показано її зв'язок з науковими програмами, темами, подано мету і завдання дослідження, приведено основні наукові результати дисертаційного дослідження та показано їх практичне значення. Представлено відомості про апробацію роботи.

За темою дисертації зроблено досить повний і детальний огляд науково-технічних джерел, у тому числі сучасних англомовних праць, і зроблено аналіз технічних задач, що виникають на етапі проектування та експлуатації інтелектуальних транспортних систем, основних методів та функцій, що

характеризують точність оцінки параметрів цілі в інтелектуальних транспортних системах. Сформульовано основні задачі дослідження.

У другому розділі обґрунтовано і розроблено методи оцінки та прогнозування стану складного об'єкта з метою інтелектуальної підтримки прийняття управлінських рішень.

Дана модель стала підґрунтям для вдосконалення методу ефективного управління складною динамічною системою, який базується на комплексі взаємопов'язаних моделей, що адекватно описують властивості і поведінку системи з позиції досягнення поставленої мети. Описуючи рівні деталізації і різні аспекти використання, статичні моделі дозволяють проводити послідовну багаторівневу декомпозицію досліджуваної системи з подальшою стратифікацією. Було представлено, що для управління та забезпечення мінімізації екологічного навантаження необхідна просторово-координована і атрибутивна інформація про інциденти на ВДМ промислових центрів. Інформаційна підтримка в цьому випадку дозволяє проводити просторовий аналіз гетерогенного впливу і забезпечувати рекомендації по розробці схем дислокації технічних засобів дорожнього руху та маршрутів промислових транспортних засобів.

У третьому розділі автором розглядається процес синтезу інформаційних моделей управління просторово-координованими об'єктами в умовах впливу гетерогенних факторів на основі систему ANFIS (Adaptive Neuro – Fuzzy Inference System) та ретельно проаналізовано уніфіковану концептуальну модель ситуаційного управління міськими інтелектуальними транспортними системами.

Таким чином, автором доведено, що робота *FNN* в «прямому напрямку», тобто прогноз стану складного об'єкта, по суті є альтернативним поданням нечіткого композиційного виведення. Однак на відміну від моделі, заснованої виключно на нечіткій логіці, модель, використовує гібридний механізм *FNN*, і тому здатна навчатися, підвищуючи точність прогнозу.

Такий підхід дозволить усунути вразливі місця моделі прогнозування зміни якісного стану міської інтелектуальної транспортної системи, заснованої виключно на нечіткому висновку, а саме:

- 1) сітка правил створена експертним шляхом, а отже, несе відому частку суб'єктивізму;
- 2) функції належності вхідних змінних будуються з опорою на нормативні джерела лише частково, а тому також досить суб'єктивні.

У четвертому розділі автором було застосовано вдосконалений метод гарантованого адаптивного управління екологічним навантаженням системи. У розділі наводиться оцінювання ефективності моделювання програмного засобу, що реалізує методи і алгоритми обробки різнотипної інформації про об'єкти транспортної інфраструктури промислового центру на основі нейромережових і геоінформаційних технологій. Представлена у роботі дослідна експлуатація показала адекватність розроблених в дисертації інформаційних моделей, а також запропонованих методів і алгоритмів.

Розроблений аналітичний інструментарій має функції редагування і аналізу просторово-координованих об'єктів за умов впливу гетерогенних факторів і містить засоби автоматизації проведення обчислювального експерименту на моделях. Даний функціонал дозволяє вирішити завдання гарантованого адаптивного управління об'єктами транспортної інфраструктури.

### **Обґрунтованість та достовірність отриманих наукових результатів та висновків**

Обґрунтованість отриманих наукових результатів полягає в тому, що на основі узагальнення існуючих результатів і використання наукових результатів, які були отримані автором, закладається сучасний науково-практичний базис інтелектуалізації транспортних систем промислових центрів шляхом реалізації на ділянках ВДМ технології гарантованого адаптивного управління транспортними засобами та їх потоками за інтегральним критерієм безпеки.

Класичний математичний апарат і сучасний інструментарій моделювання використовуються коректно. Автор обґрунтовує припущення, значення вхідних параметрів та отримані результати. Висновки до розділів фіксують результати та формулюють рекомендації для подальшого використання і впровадження.

Достовірність отриманих результатів підтверджується коректним використанням і узгодженістю результатів аналітичного та комп'ютерного

моделювання та обґрунтованими рекомендаціями щодо практичного використання наукових положень.

### **Наукова новизна**

Аналізуючи аспекти наукової новизни, представленої Мнацаканян М.С., у роботі особливої уваги заслуговують наступні наукові результати:

-вперше розроблено метод розподілення операційних функцій між взаємодіючими просторово-координованими об'єктами міської інтелектуальної транспортної системи, який відрізняється від існуючих процесів обробки інформації за рахунок спеціалізованого розгалуження контрольованих потоків даних врахуванням динаміки тенденцій подальших прогнозних змін, що дозволяє з необхідним упередженням на тривалість часу реагування виконавцями приймати ефективні управлінські рішення щодо покращення екологічного стану в критичних зонах промислового центру;

- вперше формалізовано моделі технологічних процесів оцінювання поточних впливових факторів зовнішнього середовища, що відрізняються від існуючих ІТ документами для запобігання затримок передачі інформації в виробничих і організаційних структурах реалізації функцій і завдань, що підвищують ефективність ділянок ВДМ промислових центрів за рахунок гарантування в цих умовах не перевищення екологічних норм припустимих концентрацій;

- дістав подальшого розвитку метод автоматизованого комплексного моделювання складних динамічних систем, який на відміну від існуючих імітаційних засобів ІТ забезпечує врахування тривалості інтеграційних процесів, а саме комплексного оцінювання станів та якості роботи міської інтелектуальної транспортної системи, що впливає на швидкість контактної оперативної взаємодії рухів просторово-координованих об'єктів, які моделюються;

- удосконалено метод оперативного диспетчерського керування який, на відміну від відомих прямих фізичних впливів, реалізує опосередковані впливи на технологічні процеси міської інтелектуальної транспортної системи під час безпосереднього формування загрозливих тенденцій у контрольованих зонах

соціальної активності міста шляхом керованого зниження рівня транспортного навантаження на ділянках ВДМ за реальних життєвих циклів міської інтелектуальної транспортної системи.

В цілому, дослідження мають високий рівень обґрунтованості та достовірності, що випливає зі змісту дисертаційної роботи, автореферату та переліку основних опублікованих праць.

### **Практичне значення отриманих результатів**

Основні результати роботи становлять науково-методологічну основу для створення комплексного інструменту аналізу існуючих систем гарантованого адаптивного управління з метою покращення їх експлуатаційних характеристик та розширення зони дії шляхом додавання нових параметрів, та інструменту планування нових багатопозиційних міських інтелектуальних транспортних систем.

Особливого практичного значення набуває запропонована автором інформаційна технологія моделювання процесів для стратегічного, тактичного та оперативного управління екологічним станом за критеріями якості безпеки життя, що забезпечує якість, ефективність та надійність функціонування міських інтелектуальних транспортних систем завдяки врахуванню інтеграційних процесів комплексного оцінювання, координації та самоорганізації визначальних підсистем та аналізу альтернативних варіантів маршруту, що ліквідує запізнення, які існують у традиційних неавтоматизованих технологіях спільного опису різноманітної інформації про об'єкти та характеристики транспортної інфраструктури, що дозволяє синхронізувати роботу з просторовою та атрибутивною інформацією.

### **Оформлення дисертації та автореферату. Повнота публікацій**

Автореферат і дисертацію оформлено відповідно з новими вимогами.

Основні результати дисертації опубліковано у 20 наукових працях, з них: 3 – у наукових закордонних журналах, 6 – у фахових виданнях України. Наукові результати доповідалися на 11 міжнародних конференціях в Україні, Польщі.

У дисертації та авторефераті основні положення, результати та висновки сформульовані коректно і зрозуміло. Текст дисертації логічно сформульований.

Графічний матеріал доповнює зміст роботи. Автореферат об'єктивно відображає основні результати дисертації. Автор в цілому коректно використовує наукову термінологію і термінологію, яка сформувалася у предметній області.

### Недоліки

До недоліків дисертації слід віднести наступне:

1. У першому розділі п.1.5-1.6 дисертанткою дещо забагато уваги приділено аналізу підходів до штучних нейронних мереж які застосовуються в задачах асоціації, фільтрації і оптимізації, щ не використовувались при розробці запропонованого дисертації комплексу методів гарантованого адаптивного управління.
2. У другому розділі п. 2.3 (стор.79-80) при описі методу нейромережевого аналізу інтенсивності транспортного потоку в інтелектуальній транспортній системі відсутнє тлумачення набору параметрів  $P(\alpha^{\theta_i^x}, \beta^{\theta_i^x}, \alpha_i^C, \beta_i^C, \gamma_i^{FC}, \gamma_i^{SC}, R_i^C, R_i^{IC}, R_i^{OC}, N_{r,i}^C, N_{r,i}^{IC}, N_{r,i}^{OC}, L_{vis,i}^C, L_{vis,i}^{IC}, L_{vis,i}^{OC})$ , що ускладнює розуміння подальшого розрахунку екологічного навантаження на систему.
3. Автору доцільно було більш детально описати процес побудови нейромережевої моделі (стор. 80-85) для завдання – просторового аналізу тенденції зміни екологічного стану зовнішнього оточуючого середовища на ділянках вулично-доожних мереж промислового центру.
4. У другому розділі було доцільно розглянути варіанти відмов системи при передачі даних при вимірюваннях до оперативного диспетчерського центру для прийняття рішень в real-time.
5. У третьому розділі п. 3.1 необхідно більш детально уточнити, які саме невизначеності впливають на міську інтелектуальну транспортну систему, та рівень цих впливів.
6. В тексті підрозділу 4.1 «Структура ПАК», не надано алгоритм та пояснення щодо етапів роботи програмно-апаратного комплексу, що в подальшому ускладнює розуміння програмної інфраструктури системи.

Незважаючи на недоліки, загальний науковий рівень роботи є досить високим, і представлена дисертація є завершеним науковим дослідженням.

### Висновок

Вважаю, що робота Мнацаканян Марії Сергіївни «Моделювання інтелектуальних транспортних систем в умовах впливу гетерогенних факторів нестационарного середовища» є завершеною науково-дослідницькою працею відповідає вимогам, і має як наукове так і значне практичне значення.

За актуальністю, змістом, науковою новизною, обґрунтованістю висновків та їх практичною цінністю, суттю отриманих наукових результатів, а також особистим внеском автора, представлена дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності та вимогам п. 9, 11, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року за № 567. Таким чином, автор представленої дисертаційної роботи, Мнацаканян Марія Сергіївна, *заслуговує* присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент, кандидат технічних наук,  
доцент, доцент кафедри інформаційних технологій  
Київського національного університету  
будівництва і архітектури



Цюцюра М.І.

Підпис к.т.н. доцента Цюцюри М.І. засвідчую

Вчений секретар  
Вченої ради КНУБА,  
к.т.н. доцент



Петренко О.С.