

## ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

кандидата технічних наук, доцента Абрамової Людмили Сергіївни на дисертаційну роботу Тарабана Сергія Миколайовича «Методи і моделі раціональної організації функціонування автотранспортних потоків на вулично-дорожній мережі міста», яку подано на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – транспортні системи

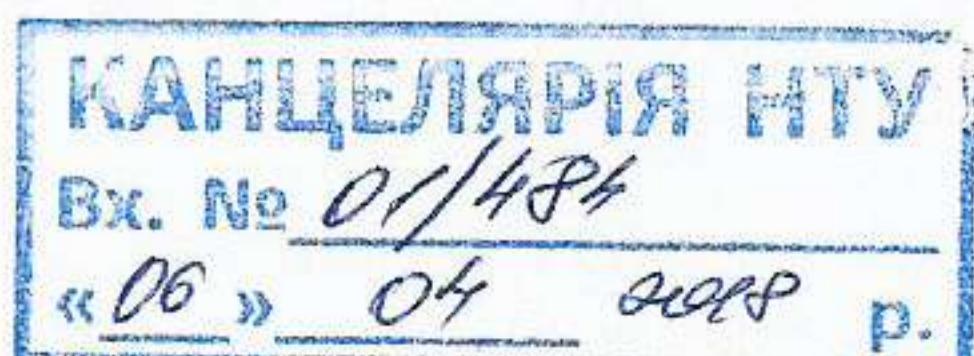
### Актуальність обраної теми.

В сучасних умовах прискорення процесів автомобілізації спостерігається, особливо у великих містах, суттєвий дисбаланс між потребами у транспортних перевезеннях та граничними можливостями у пропускній здатності існуючих вулично-дорожніх мереж (ВДМ). Характерними проявами такої невідповідності є зниження швидкості руху, виникнення заторних ситуацій, підвищення рівня аварійності, шуму, забруднення навколишнього середовища тощо. Кардинальне вирішення цієї проблеми передбачає комплекс заходів архітектурно-планувального характеру, спрямованих на розширення існуючої інфраструктури. Однак цей шлях потребує значних обсягів інвестицій та не завжди можливий при існуючих особливостях забудов, наприклад, центра міст. Тому, важливе місце у подоланні зазначененої проблеми належить організації руху, зокрема, раціональному розподілу транспортних потоків на існуючих ВДМ. Поряд з незначними витратами, у порівнянні з перебудовою ВДМ, проведення оптимізації розподілу транспортних потоків дозволяє підвищити ефективність використання існуючої мережі шляхом раціонального завантаження її рухом цих потоків, пропускну здатність перехресть, швидкості і безпеку руху транспортних засобів, запобігти виникненню заторів транспорту, знижувати час проїзду, а отже підвищувати продуктивність праці в здійсненні перевезень, їх економічність.

При вирішенні таких задач незамінним є проведення імітаційного моделювання процесів, що відбуваються на ВДМ, результати якого дають можливість оцінити ефективність проведення запланованих заходів з удосконаленням організації дорожнього руху. Отже, розробка, впровадження та використання відповідних методів та моделей щодо раціональної організації функціонування транспортних потоків на ВДМ міст, чому присвячена дисертаційна робота Тарабана С.М., є надзвичайно актуальним як з теоретичної, так і з практичної точки зору.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і пріоритетними напрямками наукових досліджень.**

Дисертаційне дослідження проводилось згідно з планами Національного транспортного університету в рамках виконання держбюджетної науково-дослідної робот «Розробка наукових основ застосування сучасних інформаційних технологій у створенні новітніх технологій навчання» (№ д/р: 0110U006953), а також у відповідності до Транспортної стратегії України на період до 2020 року (схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20 жовтня 2010 р. № 2174-р), Державної цільової програми підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні



на період до 2016 року ( затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 25 березня 2013 р. № 294), плану заходів з імплементації розділу V «Економічне та галузеве співробітництво» Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони, на 2017-2019 роки (затвердженого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 21 червня 2017 р. № 503-р).

### **Структура, зміст, методологія та оформлення дисертації.**

Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літературних джерел, який налічує 243 найменувань, і дев'яти додатків. Повний обсяг роботи містить 280 сторінок, з них 140 сторінок основного тексту, 22 таблиці та 46 рисунків, список використаних джерел на 24 сторінках і 73 сторінки додатків.

Представлені наукові положення і основні висновки апробовані в доповідях на конференціях різного рівня, в тому числі, міжнародних форумах, і отримали всеобще висвітлення в наукових статтях. За темою дисертаційної роботи опубліковано 8 статей у фахових виданнях України, 1 статтю в іноземному виданні, а також 13 тез доповідей наукових конференцій, отримано 5 патентів на корисну модель і 2 свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір. В опублікованих працях здобувача у повній мірі відображені сутність отриманих результатів дослідження та їх наукова новизна. Апробацію результатів дисертаційної роботи також слід вважати достатньою. Зміст автoreферату ідентичний до основних положень та висновків дисертації.

У вступі подано актуальність теми, зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, формулюється мета роботи і задачі досліджень, викладені наукова новизна одержаних результатів і практична цінність дисертаційної роботи.

У першому розділі виконано аналіз літературних джерел про сучасні методи, моделі та підходи до раціональної організації функціонування автотранспортних потоків у містах. Тут детально розглянуто принципи, підходи та методи моніторингу автотранспортних потоків. Проведено аналіз відомих систем та методів автоматизованого моніторингу автотранспортних потоків та управління дорожнім рухом у містах. У заключній частині первого розділу проведено огляд і аналіз математичних моделей динаміки автотранспортних потоків, методів і моделей прогнозування автотранспортних потоків, розкрито основи моделювання завантаженості ВДМ. У висновках до первого розділу дисертантом визначено науковий напрямок досліджень, який розкривається у наступних розділах дисертації.

У другому розділі проведено аналіз структурного стану ВДМ міста (на прикладі ВДМ міста Києва), розвинуто метод кластерного аналізу для опису структури ВДМ міста (підрозділ 2.1) щодо вивчення структурних і функціональних особливостей мережі, виявлення проблемних ділянок доріг, а також пошуку шляхів, що забезпечать ефективне функціонування автотранспортних потоків на ВДМ.

У підрозділі 2.2 наводяться одержані здобувачем результати з розробленого методу формування раціональної мережі моніторингу автотранспортних потоків. Цей метод містить покрокову ітераційну процедуру знаходження репрезентативних

елементарних ділянок ВДМ, в межах яких рекомендується проводити облаштування стаціонарних постів спостереження за параметрами дорожнього руху. Опис та особливості застосування методу розглянуто на прикладі ВДМ Шевченківського району міста Києва, для якої показники щільності є найвищими для міста, про що свідчать результати досліджень, які наведено у підрозділі 2.1 дисертаційної роботи. Для ВДМ цього району були знайдені репрезентативні елементарні ділянки, що зменшують розмірність досліджуваної множини елементів ВДМ району приблизно у 15 разів.

У третьому розділі дисертації висвітлюються результати щодо удосконалення методу моделювання динаміки величини інтенсивності руху на основі вибіркового моніторингу автотранспортних потоків із застосуванням нейронних мереж (НМ).

Репрезентативні за структурними ознаками елементарні ділянки ВДМ, у контексті цієї задачі, являють собою місця натурного обстеження автотранспортних потоків для отримання необхідного масиву даних щодо динаміки величини інтенсивності руху цих потоків на репрезентативних ділянках, необхідних для розробки математичних моделей НМ, зокрема для реалізації процедури навчання.

Підрозділ 3.1 достатньо повно розкриває теоретико-методологічні аспекти моделювання на базі штучних нейронних мереж, у тому числі особливості побудови та навчання нейронних мереж при прогнозуванні інтенсивності руху автотранспортних потоків.

У підрозділі 3.2 наводяться результати виконання процедури оптимізації дискретного моніторингу та прогнозування інтенсивності руху автотранспортних потоків для періоду доби – 06:00-24:00 год. Встановлено оптимальну тривалість періодів моніторингу (становить одну годину) та прогнозування динаміки величини інтенсивності руху (у більшості випадків становить до тридцяти хвилин). Проведено порівняння результатів моделювання інтенсивності руху з експериментальними даними, яке підтвердило адекватність результатів моделювання.

В заключній частині третього розділу (підрозділі 3.3) дисертант визначив область наукових і практичних інтересів до прогнозування динаміки величини інтенсивності руху автотранспортних потоків, що є дуже важливо з точки зору розуміння теоретичної і практичної значущості запропонованого здобувачем методу.

У четвертому розділі подано результати щодо удосконалення та застосування імітаційної електротехнічної аналогової моделі аналізу і оптимізації функціонування автотранспортних потоків на ВДМ міста, а також розробленої моделі раціональної організації функціонування автотранспортних потоків у містах.

Імітаційна електротехнічна аналогова модель, яку представлено в рамках даного дисертаційного дослідження, порівняно із найближчими існуючими аналогами, найбільш повно розкриває аналогії в закономірностях функціонування автотранспортних потоків на ВДМ та перебігу процесів в електричних колах. Відповідні аналогії дисертант розкриває у підрозділі 4.1 дисертаційної роботи. Тут також розкрито методологічні засади електричного імітаційного моделювання структури ВДМ та динаміки автотранспортних потоків.

У підрозділі 4.2 наведено результати щодо верифікації електричного моделювання, яку виконано здобувачем на базі електричної моделі міського кварталу ВДМ м. Києва. Отримано результати, які вказують на те, що

електротехнічна аналогова модель коректно описує функціонування автотранспортних потоків на ВДМ у тих випадках, коли в гілках електричного аналога ВДМ задаються величини опорів, що визначаються за реальними параметрами ділянок моделюваної ВДМ.

У підрозділі 4.3 виконано імітаційні моделювання завантаженості ВДМ автотранспортними потоками (на прикладі фрагменту ВДМ міста Києва). Наводяться отримані здобувачем результати щодо оптимізації функціонування автотранспортних потоків на ВДМ на базі електротехнічної аналогової моделі. Цільовою функцією такої оптимізації є максимізація пропускної здатності ВДМ, яка залежить від рівня завантаженості ділянок ВДМ. Тут спочатку для досліджуваного фрагменту ВДМ було встановлено пропускну здатність, яка виявилась характерною для реальних дорожніх умов на ВДМ, та реалізованої на цій мережі схеми організації дорожнього руху. Після цього проведено оптимізацію розподілу автотранспортних потоків на ВДМ з використанням імітаційного електричного моделювання. На підставі аналізу цих результатів було встановлено, що пропускна здатність даного фрагменту мережі може бути значно підвищена (приблизно на 32%).

У підрозділі 4.4 розкрито результати розробки моделі раціональної організації функціонування автотранспортних потоків у містах, та особливості її застосування. Ця модель передбачає здійснення трьох логічно пов'язаних між собою етапів: формування раціональної мережі моніторингу автотранспортних потоків на ВДМ (результати другого розділу); прогнозування з достатнім ступенем деталізації інтенсивності руху на ділянках ВДМ відповідної мережі (результати дослідження третього розділу); аналіз і оптимізацію функціонування автотранспортних потоків на ВДМ з урахуванням прогнозних оцінок щодо наповнення ВДМ автотранспортними потоками (результати дослідження четвертого розділу). Наведено методичні рекомендації щодо можливих заходів з підвищення ефективності функціонування ВДМ міст на підставі результатів, що отримують в рамках застосування розробленої моделі.

Дисертаційна робота містить дев'ять додатків, які доповнюють основний зміст дисертації.

Узагальнюючи викладене вище, 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 05.22.01 – транспортні системи.

### **Наукова та практична значущість дисертаційної роботи.**

До основних наукових результатів, що відрізняються новизною, мають наукову і практичну значущість та надають підстави для присудження здобувачеві наукового ступеня кандидата технічних наук, слід віднести такі.

Дисертантом вперше розроблено метод формування раціональної мережі моніторингу автотранспортних потоків, який на відміну від існуючих аналогів,

дозволяє статистично обґрунтувати можливість зменшення обсягу спостережень за потоками шляхом проведення вибіркового моніторингу динамічних параметрів дорожнього руху на виявлених кластерним методом репрезентативних за своїми структурними ознаками ділянках ВДМ. Розроблений метод дозволяє провести ідентифікацію типових елементів вихідної множини за їх особливими ознаками, і може бути ефективним засобом опису структури ВДМ для вивчення відповідних особливостей мережі, виявлення проблемних ділянок доріг, пошуку шляхів, що забезпечать ефективне функціонування автотранспортних потоків на ВДМ. Практичне значення цього методу також полягає в тому, що проведення відповідного моніторингу в рамках сформованої таким чином раціональної мережі дозволяє знижувати витрати на аналіз поточного стану ВДМ без порушення адекватності такого аналізу. Крім того, виявлені під час проведення досліджень закономірності формування однорідних груп ділянок ВДМ мають загальнонауковий характер, що може знайти своє застосування при відповідних дослідженнях та плануваннях ВДМ, як комплексу об'єктів транспортної інфраструктури, мегаполісів будь-яких країн світу.

Із використанням математичного апарату штучних нейронних мереж здобувачем розвинуто метод прогнозування часових рядів руху транспортних потоків на ВДМ міста. Аналіз показує, що за допомогою цього методу в певних випадках можна з достатнім ступенем достовірності будувати прогноз зміни інтенсивності транспортних потоків на мережі як в окремі моменти часу, так і протягом певного періоду доби. Загалом отримані тут результати мають важливе наукове значення в розвитку розуміння природи динаміки транспортних процесів, оскільки на сьогоднішній день не існує адекватних теоретичних уявлень про динаміку транспортних потоків на ВДМ особливо в області високих щільностей, що не дозволяє здійснювати достовірні прогнозні оцінки на достатньо тривалі проміжки часу. Крім того, результати проведених імітаційних досліджень вказують на наявність типових зв'язків і закономірностей в динаміці величини інтенсивності руху на елементарних ділянках ВДМ, які входять до складу однієї однорідної групи. Це дає підстави для висновку про можливість застосування моделей НМ, які навчаються на отриманих за натурними спостереженнями даних на певній репрезентативній ділянці, для моделювання відповідних процесів на будь-якій ділянці мережі в межах однієї однорідної групи.

При проведенні дисертаційного дослідження автором удосконалено електротехнічну аналогову модель аналізу функціонування автотранспортних потоків на ВДМ міста, яка на відміну від існуючих, найбільш повно розкриває аналогії в закономірностях функціонування автотранспортних потоків на ВДМ та перебігу процесів в електричних колах. Імітаційні дослідження в рамках такої удосконаленої моделі з урахуванням прогнозних оцінок щодо наповнення ділянок ВДМ автотранспортними потоками, отриманих за допомогою розвинутого автором на базі математичного апарату штучних НМ методу, дозволяють здійснювати ефективну оптимізацію функціонування автотранспортних потоків на ВДМ шляхом перерозподілу рівнів завантаженості її ділянок.

Послідовно дотримуючись системного підходу в дисертаційному дослідженні, здобувачем запропоновано модель раціональної організації функціонування

автотранспортних потоків у містах, яка базується на розвинутих їм електротехнічній аналоговій моделі та методах формування раціональної мережі моніторингу автотранспортних потоків і моделювання динаміки величини інтенсивності руху автотранспортних потоків на ВДМ. Аналіз стану ВДМ в рамках цієї моделі дозволяє знаходити найбільш ефективні рішення щодо забезпечення раціональної організації функціонування автотранспортних потоків на ВДМ в залежності від поточного стаціонарного стану ВДМ (виникнення ДТП, проведення ремонтних робіт, паркування, перекриття руху тощо) та результатів прогнозних оцінок щодо наповнення мережі автотранспортними потоками.

Загалом, оцінюючи значення проведеного дисертаційного дослідження, слід зазначити, що автором отримані вагомі наукові результати, що розвивають теоретичні уявлення про структуру транспортних систем та динаміку транспортних процесів і можуть знайти широке застосування для моделювання та прогнозування процесів формування і руху транспортних потоків для різних дорожніх умов на ВДМ.

Результати проведених в роботі досліджень можуть бути використані при вирішенні питань організації дорожнього руху в масштабах міста. Запропоновані методи і моделі можуть застосовуватися з метою перспективного планування розвитку міста, при проектуванні ВДМ, а також для будівництва нових автомагістралей і аналізу можливої транспортної завантаження в житлових районах міст.

Практична значущість одержаних у дисертаційній роботі результатів також підтверджується відповідними актами впровадження у державному підприємстві «Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут» (ДП «ДержавтотрансНДІпроект»), державному підприємстві «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНДІ»), ТОВ «Інститут комплексного проектування об'єктів будівництва» (ТОВ «ІКПОБ») та у навчальному процесі Національного транспортного університету.

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

Аналіз дисертаційної роботи, наукових публікацій і автореферату Тарабана С.М. дає підстави стверджувати про достовірність та обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, що містяться в них.

Обсяг, структура і глибина виконаного дослідження достатні для обґрунтування наукових висновків і положень, що визначені метою та задачами дисертаційної роботи. Це підтверджується, зокрема, теоретико-методологічною обґрунтованістю вихідних положень дослідження, опануванням дисертантом сучасних теорій і концепцій, науково-методологічних підходів з дослідження проблем функціонування транспортних систем, опрацюванням великої кількості літературних джерел, значною апробацією отриманих результатів, впровадженням результатів дослідження у практичну діяльність (підтверджується актами впровадження).

Обґрунтованість та достовірність отриманих результатів також забезпечується коректним використанням низки сучасних широковживаних загальнонаукових та

спеціальних методів дослідження. До найбільш важливих тут можна віднести такі, як методи системного аналізу та теоретичного узагальнення; методи імітаційного моделювання; статистичні методи; методи кластерного аналізу; математичні методи теорії штучних нейронних мереж та інш.

Здобувач розробив та вдосконалив низку методів і моделей щодо вирішення проблеми забезпечення раціональної організації функціонування автотранспортних потоків на ВДМ міста. Про коректність їх застосування додатково свідчить, зокрема, те, що результати численних імітаційних досліджень, проведених в роботі, добре узгоджуються з експериментом.

### **Зауваження та недоліки по дисертациї:**

#### **1. У першому розділі дисертациї:**

- подано огляд наукової літератури з теми дослідження, який містить, зокрема, аналіз існуючих методів і моделей прогнозування динаміки автотранспортних потоків (с. 56 – 60). На мій погляд, у цій частині первого розділу, слід було дещо більше приділити уваги та ширше висвітлити аспекти прогнозування автотранспортних потоків із застосуванням нейронних мереж, оскільки саме цей математичний апарат використовується у третьому розділі для моделювання динаміки величини інтенсивності руху;

- при аналізі сучасних АСУДР наведено (с. 47) чотири основні функції на погляд дисертанта, але управління міським паркуванням не є функцією АСУДР, а функція визначення та реалізації керуючого впливу на дорожній рух, не означена.

#### **2. У другому розділі дисертациї:**

- в частині, яка стосується задачі щодо формування раціональної мережі моніторингу автотранспортних потоків на ВДМ міста, вперше вводиться термін «репрезентативна елементарна ділянка вулично-дорожньої мережі», який в науковій літературі не зустрічається. Вважаю, було б логічно для цього терміну сформулювати визначення та представити його у тексті дисертациї;

- до зауважень слід віднести, що у роботі не обґрунтовано застосування при розподілі елементів вулично-дорожньої мережі структурних ознак протяжності ( $L$ ) та площі проїзної частини ( $S$ ), тоді як у класифікації вулиць та доріг існують такі параметри як протяжність та ширина проїжджої частини (с. 68);

- у підрозділі 2.1.2 надано опис та приклад ідентифікації типових елементів (рис. 2.10) вулиць і доріг, але відсутні розрахунки параметрів ієрархічного методу кластерного аналізу;

- у підрозділі 2.2.2 надана інформація щодо побудови емпіричних функцій розподілу елементарних ділянок вулиць та доріг, але вони не наведені у тексті.

#### **3. У третьому розділі дисертациї:**

- на сторінці 116 наведено рисунок 3.7, на якому показано фрагмент моделювання нейронними мережами динаміки величини інтенсивності руху. Як видно з цього рисунку, у кінці періоду прогнозування спостерігається досить значне розходження експериментальних та прогнозованих значень величини інтенсивності руху, питання щодо причин якого залишилось відкритим і потребує пояснення;

- у підрозділі 3.1.1 при визначенні відношення стандартного відхилення прогнозу до відхилення вихідної змінної застосовується коефіцієнт кореляції

(с. 107). Не зрозуміло навіщо, бо визначаються показники регресії побудованих моделей;

– на рисунку 3.5 (с. 111) наведено приклад моделювання динаміки величини інтенсивності руху транспортних потоків, але не надано опис результатів цього моделювання;

– в підрозділі 3.2.1 залежність (3.9) визначає точність моделювання або точність прогнозу, проте у тексті відсутні визначення та межі зміни  $\varepsilon$ . За таблицею 3.2 у 20 випадках з 34 –  $\varepsilon$  перевищує 10%. На мій погляд було б доцільно навести яке значення відхилення припустимо у визначені параметрів транспортного потоку.

#### 4. У четвертому розділі дисертації:

– розподіл (за інтенсивністю руху) автотранспортних потоків на ВДМ, що можна отримувати за допомогою електричного аналогового моделювання ВДМ та автотранспортних потоків на ній не враховує фактори, які можуть впливати на швидкість руху, зокрема такі, як погодні умови, тип дорожнього покриття, крутизна підйому або спуску ділянки дороги та інше. Залишається відкритим питання, на скільки адекватно може описувати запропонована модель реальний стан ВДМ без урахування цих чинників;

– в розділі дисертації отримано результати електричного моделювання розподілу автотранспортних потоків (за інтенсивністю руху) на ВДМ, для яких відносна похибка при моделюванні в масштабі кварталу становить 10%, а в масштабі фрагменту ВДМ, до складу якої, входять 40 елементарних ділянок ВДМ, – 20%. Таке зростання похибки підводить до висновку про те, що запропонована здобувачем модель може виявитися неспроможною адекватно описувати функціонування автотранспортних потоків на ВДМ, наприклад в масштабі адміністративного району або всього міста, що відповідно обмежує сферу застосування розроблених методів та моделей;

– у методології електричного моделювання ВДМ та транспортних потоків (с. 141) наведена розрахункова швидкість поперечного руху, що отримана на основі аналогій розмірності (км/год). Не зрозуміло, що автор мав на увазі;

– при визначенні рівня завантаження ділянки ВДМ, рівень підвищеної щільності не має такої характеристики дорожнього руху, як затор та колонний рух (табл. 4.5, с. 155);

– у підрозділі 4.3.2 формалізована задача оптимізації функціонування транспортних потоків на ВДМ (4.29), але не зрозуміло яким чином була врахована нормативна пропускна спроможність вулиць та доріг, що наведено у нормативних документах України.

5. У тексті дисертаційної роботи зустрічаються деякі стилістичні та граматичні помилки, наприклад, на сторінці 148 (третій абзац зверху), сторінці 175 (перший абзац зверху), сторінці 143 (останній абзац), а також в інших місцях.

Однак, слід зазначити, що приведені зауваження та недоліки не знижують цінності дисертаційної роботи Тарабана С.М. та її загальної позитивної оцінки.

## **Загальний висновок.**

За результатами аналізу дисертації Тарабана С.М. та її автореферату можна зробити висновок про наступне:

1. Дисертаційна робота Тарабана Сергія Миколайовича на тему: «Методи і моделі раціональної організації функціонування автотранспортних потоків на вулично-дорожній мережі міста» присвячена вирішенню актуальної наукової задачі подальшого розвитку методів, моделей та підходів щодо раціональної організації функціонування автотранспортних потоків у містах, є завершеною науковою працею, яка виконана з використанням сучасних методів досліджень і містить принципово нові результати.

2. Поставлені в дисертаційній роботі задачі, отримані результати, сформульовані на їх підставі наукові положення і рекомендації є обґрунтованими і аргументованими, що дозволяє зробити загальний висновок про позитивну оцінку дисертаційної роботи.

3. Автореферат, значна кількість публікацій та патенти повністю відображають зміст та основні результати виконаних досліджень.

4. Зміст автореферату є ідентичним до основних положень та висновків дисертації.

5. Зауваження до дисертаційної роботи, які зазначені у відгуку, не ставлять під сумнів основні наукові положення та результати дослідження, які отримали достатню апробацію і впровадження.

Дисертаційна робота Тарабана Сергія Миколайовича «Методи і моделі раціональної організації функціонування автотранспортних потоків на вулично-дорожній мережі міста» повністю відповідає паспорту спеціальності 05.22.01 – транспорті системи та вимогам, що висуваються до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, а саме пп. 9, 11, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013р. № 567, а її автор заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – транспортні системи.

Офіційний опонент,  
професор кафедри організації та безпеки  
дорожнього руху Харківського  
національного автомобільно-  
дорожнього університету (ХНАДУ),  
к.т.н., доцент



Л.С. Абрамова



Г.І. Абрамова  
ЗАСВІДЧУЮ ВЧЕННЯ  
СЕКРЕТАР ХНАДУ