

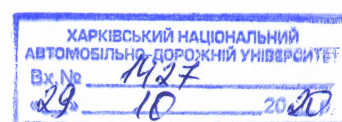
ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора
Поліщука Володимира Петровича
на дисертаційну роботу Абрамової Людмили Сергіївни
на тему: «Теоретичні основи формування розподілених систем управління
дорожнім рухом у містах», представлену на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук за спеціальністю
05.22.01 – транспортні системи

Актуальність теми дослідження

В Україні у дійсний час проводяться та плануються заходи щодо реконструкції існуючих та будівництва нових шляхів на вулично-дорожній мережі (ВДМ) міст. Ефективність будь-якого містобудівного заходу залежить від обґрунтованості та глибини проробки відповідних рішень, які пов'язані із функціонуванням транспортної системи міста. Головні фактори при плануванні нових та розробки існуючих планувальних схем вулично-дорожньої мережі міста, пов'язані з управлінням дорожнім рухом. Існуючий стан управління дорожнім рухом у великих містах України не відповідає сучасним вимогам до отримання перевізниками оптимальних показників в логістичних процесах перевезень як вантажів так і пасажирів, до захисту населення від забруднення навколишнього середовища шкідливими викидами вихлопних газів, від шуму та вібрації, при забезпеченні необхідного рівня безпеки дорожнього руху. Така комплексна проблема може бути вирішена шляхом удосконалення усіх елементів комплексу «водій – автомобіль – дорога – середовище». Найбільш перспективним шляхом вирішення цієї проблеми є впровадження систем управління дорожнім рухом на вулично-дорожній мережі міст, що впливає на підвищення працездатності ВДМ за різними показниками ефективності.

Тому, тема дисертаційної роботи Абрамової Л.С. є своєчасною та актуальною, бо вона присвячена підвищенню ефективності функціонування



транспортної мережі міста на підставі формування теоретичних основ управління дорожнім рухом для подальшого розвитку систем управління. Необхідність таких досліджень визначена стратегією підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні згідно до розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року» від 30.05.2018 р. № 430-р. Положення роботи були використані для виконання науково-дослідних робіт кафедри організації і безпеки дорожнього руху Харківського національного автомобільно-дорожнього університету: «Розробка проекту реконструкції обладнання системи управління транспортними потоками з метою зниження шкідливого впливу автотransпортних засобів на навколишнє середовище м. Харків (зелена хвиля)» (ДР № 0103U002604), «Розробка наукових основ та методів удосконалення транспортних систем мегаполісів» (ДР № 0111U001503), «Науково-практичний підхід підвищення безпеки дорожнього руху на залізничних переїздах» (ДР № 0115U003272).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Їх достовірність і новизна

Наукові положення, висновки і рекомендації, опрацьовані та викладені пошукувачем в дисертаційній роботі, відповідають її змісту, поставленим задачам та проведеним дослідженням, а також у повній мірі підтверджуються отриманими результатами.

Обґрунтованість отриманих результатів забезпечується коректним описом розподіленого управління дорожнім рухом та визначенням закономірностей параметрів дорожнього руху при зміні умов руху на ВДМ міста. При створенні теоретичних основ розробки систем управління дорожнім рухом у містах використовувалися принципи системного аналізу, теорії автоматичного управління, теорії й практики інтелектуальних систем управління, теорії транспортних потоків, теорії планування міст, теорії

прийняття рішень. Для досягнення мети і вирішення задач дослідження були застосовані методи аналітичного та імітаційного моделювання, методи оптимізації. Моделі прогнозування було реалізовано у СКМ MatLab. Експериментальні дослідження були проведені за допомогою модельних експериментів на розроблених імітаційних моделях із застосуванням результатів натурних спостережень на ВДМ міста. Достовірність результатів підтверджує імітаційне моделювання руху транспорту за отриманими аналітичними залежностями з використанням програмного забезпечення.

Результати досліджень у повному обсязі сформульовані у висновках по кожному розділу дисертації. Найбільш суттєві з них визначають наукову новизну і практичну цінність роботи та наведені у загальних висновках до роботи. В цілому, наукові положення, висновки та рекомендації, які сформульовані в дисертаційній роботі, можна оцінити як коректні, достовірні та обгрунтовані, що мають наукову новизну та практичну цінність.

Наукова новизна результатів роботи

У дисертаційній роботі науково обгрунтовані шляхи розвитку теоретико-методологічних основ управління дорожнім рухом із позицій визначення взаємозв'язку параметрів ДР при зміні режимів міського руху. Важливі наукові рішення, що запропоновані в процесі досліджень і визначають новизну дисертації, полягають у наступному:

вперше:

- розроблені теоретичні основи структурного синтезу, аналізу алгоритмів управління та розробки інтелектуальних агентів для проектування гібридних систем управління ДР за технологією розподілення інформаційних та технологічних складових об'єкту управління для підвищення соціально-економічних показників функціонування ВДМ міст;

- методологічно обгрунтовані та аналітично визначені параметри динамічного управління ТП у складних міських умовах на підставі визначення

місця утворення та параметрів «ударних хвиль» як причини переходу ТП з детермінованого стану до стохастичного, що підвищує пропускну спроможність ВДМ;

– сформовано концепцію контурного управління ДР шляхом організації рівномірного руху ТП по магістралям контуру на підставі визначення параметрів руху груп АТЗ та оптимізації параметрів управління, що зменшує час пересування по мережі та рівень екологічного забруднення міст;

удосконалено

– методологію мікромоделювання руху окремого АТЗ у потоці підвищеної щільності із урахуванням його динамічних параметрів на відміну від існуючого логічного опису АТЗ за теорією клітинних автоматів як однакових клітин, однаково поєднаних між собою;

– процес макромодювання параметрів ТП у міських умовах руху за рахунок визначення параметру локальної щільності ТП, на відміну від відомих моделей щільності ТП, які у складних умовах руху не надають конкретного результату;

отримали подальший розвиток:

– моделі зміни основних параметрів ТП у вигляді діаграм ТП для калібрування геоінформаційної моделі міста шляхом поєднання нормативних характеристик руху з емпіричними даними на підставі фундаментальної діаграми ТП.

Практичне значення одержаних результатів роботи

Отримані у дослідженні результати мають як теоретичне, так і практичне значення. Запропоновані в роботі методики визначення параметрів управління придатні до використання на різних стадіях функціонування ДР у містах: динамічне управління на під'їздах до складних ділянок транспортної мережі для підвищення соціальних показників ефективності руху; контурне управління для організації рівномірного руху на мережі магістралей міста забезпечує

вирішення складової техногенної проблеми ДР у містах. Розроблена геоінформаційна модель сприяє отриманню адекватної та точної моделі транспортної мережі міста для організації параметричного контролю за рухом транспорту. Розроблені імітаційні моделі дозволяють на стадії проектування визначити параметри управління та оцінити їх вплив на ДР. Основні наукові положення, розробки та рекомендації прийняті до впровадження: у навчальному процесі Харківського національного автомобільно-дорожнього університету у підготовці фахівців за спеціальністю 275 «Транспортні технології»; Департаментом інфраструктури Харківської міської ради (акт про прийняття до впровадження № 4146/0/78-19 від 20.12.2019 р.); відділом транспорту, зв'язку та енергетики Краматорської міської ради (акт про прийняття до впровадження від 22.01.2020 р.), а також полягли у основу виконання науково-практичних робіт «Перспективні напрямки вирішення проблем підвищення безпеки дорожнього руху» (ДР № 0116U007632; ДР № 0117U006846; ДР № 0119U000631; ДР № 0119U103248); «Послуги з інженерного проектування (послуги з розробки схеми організації дорожнього руху на дорогах Дніпровського району)» (ДР № 0117U004878).

Повнота обговорення результатів дисертаційної роботи

За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 90 наукових праць, у тому числі: 3 монографії, 48 публікацій у наукових фахових виданнях України та інших держав (з них 46 у виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз, у тому числі 2 статті у виданнях, що індексуються у Scopus та WoS). За матеріалами досліджень опубліковано 3 навчальних посібника, 1 словник термінів, 19 тез у збірниках доповідей міжнародних наукових конференцій, отримано 12 авторських свідоцтв України на твір науково-практичного характеру.

Основні результати дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися та отримали позитивну оцінку на таких конференціях: міжнародній науково-

практичній конференції «Наукові дослідження та їх практичне застосування» (Одеса, 2007); науково-технічній конференції із міжнародною участю Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна (Харків, 2010); IV Міжнародній науково-практичній конференції «Логістика промислових регіонів» (Донецьк, 2012); Міжнародній науково-практичній конференції «Удосконалення організації дорожнього руху й перевезень пасажирів та вантажів» (Мінськ, Білорусія, 2012); VII Міжнародній науково-практичній конференції «Безпека дорожнього руху: правові та організаційні аспекти» (Донецьк, 2012); III Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми підвищення рівня безпеки, комфорту та культури дорожнього руху» (Харків, 2013); Міжнародній науково-практичній конференції «Модернізація та наукові дослідження у транспортному комплексі» (Перм, РФ, 2013); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інформаційні технології і мехатроніки» (Харків, 2014); VII російсько-німецькій конференції з безпеки дорожнього руху (Санкт-Петербург, РФ, 2014); IV міжнародній науково-практичній конференції «Академічна наука - проблеми й досягнення» (Москва, РФ, North Charleston, SC, USA, 2014); Міжнародній науково-практичній конференції «Новітні технології в автомобілебудуванні та на транспорті» (Харків, 2015); науково-технічній конференції із міжнародною участю «Транспорт, екологія – сталий розвиток» (Варна, Болгарія, 2016); I Міжнародній науково-практичній конференції «Автомобільний транспорт та інфраструктура» (Київ, 2018); 48th International Scientific Conference «Experience of the past, practice of the future» (New York, USA, 2019); XI Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні інноваційні та інформаційні технології на транспорті» (Херсон, 2019); 1st International scientific and practical conference «Scientific achievements of modern society» (Liverpool, UK, 2019); XV науково-практичній міжнародній конференції «Міжнародна транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика» (Харків, 2019).

Кількість публікацій відповідає вимогам наказу МОН України від

23.09.2019 р. № 1220 «Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук».

Назва дисертації відповідає її змісту. Дисертація та автореферат оформлені згідно з вимогами МОН України. Науковий рівень дисертації відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою КМУ від 24.07.2013 р. № 567, а зміст – паспорту спеціальності 05.22.01 – транспортні системи.

Структура дисертації та аналіз змісту її підрозділів

Дисертаційна робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг роботи складає 418 сторінок, робота містить 103 рисунки та 12 таблиць. Додатки розміщені на 73 сторінках. Перелік використаних літературних джерел складається із 244 найменувань на 25 сторінках.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і завдання, визначено об'єкт та предмет дослідження; надано опис основних методів дослідження; наведено зв'язок із науковими програмами, планами, темами; викладено основні положення наукової новизни та практичної цінності; надано інформацію про апробацію та публікацію результатів дисертації.

У першому розділі розглянуті основні напрямки розвитку сучасних систем та технологій управління ДР у містах, а також системного уявлення комплексу «водій – автомобіль – дорога – середовище» (В-А-Д-С). Наведено результати аналізу структурних та функціональних особливостей систем управління ДР, що впливають на методологію визначення характеристик ДР при зміні режимів руху у міських умовах. Проведено порівняльний аналіз відомих систем управління ДР (СУДР) четвертого покоління за структурою та алгоритмами управління, а саме систем SCOOT, UTOPIA, ITACA, ROSE BALANCE, TRANSYT, OPTIMA, який дозволив виявити, що системи

реалізують адаптивне та випереджаюче управління (за прогнозом) за найбільш поширеними технологіями управління. У роботі було виявлено типи задач, які вирішує СУДР: слабо структуровані, добре структуровані та неструктуровані, та встановлено, що розробка розподіленої системи за рівнями та відповідними методами управління ДР базується на системному підході. При цьому підходи до створення інтелектуальних транспортних систем (ІТС) ґрунтуються на принципі реінжинірінгу діючих СУДР, що впливає на принцип модульності та поетапного розвитку проектування ІТС.

У другому розділі проведено систематизацію застосування методів теорії управління – робастного, адаптивного та інтелектуального управління на етапі прийняття рішень при формуванні рівнів СУДР. Сформовано концепцію розробки розподілених систем управління у містах для виконання визначених функцій. Для реалізації запропонованої концепції та відповідно до ІТС-підходу розроблено ромбовидну структуру СУДР, що дозволяє розподілити методи управління за цілями, відокремити інформаційні та технологічні параметри для ефективного використання сучасних комп'ютерних технологій поряд із традиційними методами управління.

Розроблена архітектура ієрархічної системи управління ДР має чотири рівня управління за принципами теорії автоматичного управління: локального регулювання – рівень систем автоматичного регулювання (САР), тактичної адаптації – рівень систем автоматичного управління (САУ), рівень координації параметрів оптимізації – рівень систем автоматичного цілеуказання (САЦ) та рівень оперативного управління й прийняття рішень, пов'язаних між собою за принципом замкнутого контуру управління. Для поєднання САР і САУ у разі адаптивного управління розроблено принципову структуру на підставі робастного адаптивного регулятора з інтелектом, який формує керуючий вплив із урахуванням невизначеності вхідних параметрів транспортного потоку (ТП), змінних параметрів умов руху та випадкових збурень у напрямку руху.

Для реалізації програмного забезпечення комп'ютерної гібридної системи були розроблені складові у вигляді агентів: агент = архітектура + програма.

Функції агентів відображені у вигляді абстрактного математичного опису в межах наданої архітектури. Для рівня прийняття рішень визначено задачі та функції системи підтримки прийняття рішень як складової інформаційного забезпечення інтелектуальної системи управління, які полягають у реалізації параметричного та ситуаційного контролю ДР. Для цього розроблена геоінформаційна модель частини ВДМ м. Харків у програмному середовищі Delphi 7.0 та глобальної системи позиціонування GPS. Для калібрування геоінформаційної моделі розроблено моделі ТП у вигляді діаграм ТП із урахуванням нормативних даних, параметрів ділянок ВДМ та емпіричних даних інтенсивності ТП. Порівняння модельних значень із реальними вимірами інтенсивності складає основу оперативної інформації для особи, що приймає рішення (ОПР) у процесі управління.

У **третьому розділі** формалізовано методи управління за технологією багаторівневого управління ДР, структуру адаптивного та випереджаючого управління (ВУ) ДР, визначено основи взаємозв'язку параметрів в транспортному процесі на рівнях управління ДР з оцінкою ефективності функціонування СУДР у містах. Сформована загальна стратегія управління ДР, яка передбачає розв'язання системних задач, а саме – визначення ефективності функціонування транспортної мережі міста; формування необхідного рівня безпеки ДР у місті, забезпечення надійності транспортної мережі та екологічної безпеки навколишнього середовища. Серед існуючої множини часткових критеріїв ефективності ВДМ міста обрано у якості критерію ефективності на стратегічному рівні параметр дорожньо-транспортних витрат, у якому поєднуються параметри ТП та ВДМ.

Проведено формалізацію випереджаючого управління дорожнім рухом на підставі прогнозування зміни вхідних параметрів із урахуванням попередніх керуючих впливів та визначенням горизонту прогнозу, який впливає на точність та вибір методу прогнозування. Доведено доцільність застосування методів часових рядів, які мають певні переваги перед іншими, що тільки відбивають тенденції зміни параметрів, потребують великого обсягу інформації

та ускладнюють розрахунки. Запропоновано альтернативний метод апроксимації даних часового ряду, який дозволяє одержувати короткостроковий прогноз параметрів, наданий кусочно-гладкою функцією. Також запропоновано застосування методу інтервального прогнозування для довгострокового горизонту прогнозу. Побудову прогнозу зміни інтенсивності ТП проведено у середовищі комп'ютерної математики MATLAB.

Задача надійності ВДМ пов'язана із втратою властивості виконувати головну функцію – забезпечення сталого режиму руху транспорту за маршрутами пересування. Тому виникнення заторового режиму на мережі міста збільшує час проїзду та впливає на показники транспортного процесу загалом. Для реалізації на тактичному рівні СУДР заходів для забезпечення пропускної спроможності ВДМ проведено моделювання параметрів ТП при наявності перешкод або впливу світлофорного регулювання. Визначено, що причиною заторового стану при міських умовах руху є «ударна хвиля», яка формується при зміні дистанції безпеки між автотранспортними засобами (АТЗ) у потоці. Отримано математичний опис процесу формування «ударної хвилі» на підставі запропонованої моделі темпу зміни щільності на перегоні, що дозволяє виявити місце її виникнення.

У четвертому розділі проведено формалізацію процесу контурного управління ТП на підставі визначених аналітичних залежностей групового руху ТП та оптимізації параметрів рівномірного руху ТП на ділянках ВДМ.

У роботі визначено, що на стратегічному рівні СУДР повинна застосовуватися технологія управління ДР за фіксованими планами, яка реалізується у режимі offline та має певну затримку у часі при формуванні та передачі керуючих впливів. Це в певній мірі знижує його ефективність, але надає можливість реалізації контролю за програмами управління та доступність до їх модифікації. Але існує обмеження для застосування технології за фіксованими планами, яке полягає у неможливості підвищити ефективну частку циклу світлофорного регулювання на перехрестях головних магістралей міста з великим ступенем завантаження. Для усунення визначеного недоліку

проведено моделювання руху груп АТЗ по магістралям. Отримані аналітичні залежності формування та взаємодії груп АТЗ при русі на перегонах магістралей міста в результаті макромодельовання ступеневих функцій інтенсивності ТП із урахуванням параметрів циклу регулювання на перехресті, часового інтервалу між групами АТЗ та їх часової довжини, що впливає на середню швидкість ТП.

У роботі визначено спосіб підвищення ефективності використання часу дозволяючих фаз світлофорного регулювання на перехрестях контуру за рахунок оптимального розподілу часу основного такту світлофорного регулювання між довжиною стрічки часу та часовими інтервалами до її початку та після її закінчення, шляхом визначення аналітичних залежностей інтервалів часу та формалізації процесу їх мінімізації, що сприяло визначенню нового параметру контурного управління – балансу часу світлофорного регулювання.

Отримані результати моделювання руху груп АТЗ полягли у основу розробки контурного управління на мережі магістралей ВДМ. Формалізовано задачу контурного управління із введенням часової затримки на перехрестях магістралі до алгоритму управління; отримано етапи визначення параметрів контурного управління. Вирішено задачу оптимізації параметрів балансу часу у циклі світлофорного регулювання, зсуву фаз включення світлофорів для визначення швидкості руху ТП. Обґрунтовано та доведено доцільність вибору методу Нелдера-Міда для розв'язання формалізованої задачі умовної оптимізації керуючих параметрів контурного управління. Для реалізації методу Нелдера-Міда розроблено алгоритм оптимізації та програмне забезпечення «Контур», яке має модульну структуру та доведено до практичного застосування у складі СУДР у містах. Для визначення показників ефективності контурного управління застосовано програмне середовище PTV VISSIM.

У п'ятому розділі сформовано принципи динамічного управління ДР у містах, проведено мікромодельовання руху АТЗ в умовах підвищеної щільності, розроблено алгоритм визначення параметрів динамічного управління ДР на ділянках ВДМ.

Доцільність застосування динамічного управління швидкістю руху ТП доведено засобом моделювання зміни швидкості ТП та інтенсивності в залежності від рівня керуючого впливу на швидкість руху – із зменшенням швидкості ТП інтенсивність стрімко зменшується на певному перерізі ділянки. Для визначення параметрів АТЗ у щільному потоці було розроблено мікромодель руху АТЗ із урахуванням не тільки дистанції безпеки та прискорення, які відомі раніше, а й з урахуванням технічних характеристик АТЗ та часу реакції водія при русі у щільному потоці. Надано математичний опис моделі, яка на початку моделювання являє собою опис динамічного масиву об'єктів. Кожний елемент масиву містить чотири параметри руху АТЗ (прискорення, швидкість, поточну координату АТЗ та лічильник часу) на відміну від існуючого логічного опису АТЗ за теорією клітинних автоматів як однакових клітин, однаково поєднаних між собою. Отримано імітаційну модель руху щільного потоку із виникненням ударної хвилі (УХ) у програмному середовищі Delphi 7.0. При імітаційному моделюванні визначено швидкість розповсюдження УХ, що доводить, що затор утворюється швидше, ніж черга АТЗ роз'їжджається на перехресті.

Розроблено методологію динамічного управління ДР для зменшення інтенсивності ТП за рахунок управління швидкістю руху ТП на підставі математичного опису процесу утворення УХ для запобігання виникнення заторових режимів руху на ВДМ, що надає ресурс забезпечення ефективного та працездатного стану ВДМ у цілому. Досліджено природу утворення ударних хвиль із визначенням швидкості та часу їх розповсюдження на проїжджій частині, які є основою оцінки параметрів динамічного управління дорожнім рухом для забезпечення безперервного та економічного руху транспортного потоку підвищеної щільності у складних умовах міста.

У шостому розділі наведені результати модельних експериментів на ділянках ВДМ м. Харків, що підтвердили доцільність застосування динамічного та контурного управління ДР у містах.

Для забезпечення рівномірного руху ДР на контурі ВДМ м. Харків

розроблено спеціальне програмне забезпечення для моделювання параметрів системного управління. В результаті моделювання отримані параметри системного світлофорного регулювання на перехрестях контуру ВДМ із рівномірною швидкістю 50 км/год. Запропонований підхід до управління ДР забезпечує зменшення часових затримок руху АТЗ на 13% та витрат палива на 15% за рахунок скорочення часу пересування АТЗ, а також зменшення викидів забруднюючих речовин у навколишнє середовище на 15 % за період моделювання, що визначено за допомогою програмного комплексу PTV VISSIM.

З метою формування керуючих впливів на дорожній рух на тактичному рівні управління проведено модельний експеримент реалізації динамічного управління ДР на просп. Науки, м. Харків. Розроблено імітаційну модель руху ТП, адекватність та коректність якої визначено за параметром середнього відхилення експериментального та модельного часу проїзду по перегонах ВДМ, що не перевищує 5 %. Доведено, що шляхом усунення заторових ситуацій час проїзду експериментальної ділянки зменшується у середньому на 22 % за чотири години «пік». За розробленою методикою відбувалось зниження швидкості руху до 10 км/год.

З метою формування баз моделей взаємодії основних параметрів ТП для рівня прийняття рішень в СУДР побудовані вибіркові моделі калібрування перегонів ВДМ м. Харків. Результати представлено у вигляді основних діаграм ТП для чотирьох перегонів вулиць різної категорії та за наявності особливих умов руху при зайнятості правої смуги руху припаркованими транспортними засобами. Існуючі умови обумовлюють розбіжності у визначенні параметрів моделей для різних станів ділянки дослідження. Наведено методику визначення параметрів для побудови діаграми ТП у вигляді трикутника, що надає наочну інформацію про стан ДР у місті та підвищує швидкодію ОПР на рівні прийняття рішень. Для реалізації наведеного заходу обов'язковою є наявність детекторів транспорту та розроблених діаграм ТП для кожного перегону геоінформаційної моделі міста. Таким чином, розроблені теоретичні основи

розподіленого управління дорожнім рухом у містах підтверджені модельними експериментами.

Загальні висновки дисертаційної роботи узгоджуються з метою і завданнями дослідження. За результатами дисертаційного дослідження зроблено вісім висновків, які повністю відповідають поставленим завданням. Отримані результати характеризуються науковою новизною та практичною цінністю, обґрунтовані теоретично та підтверджені експериментальними дослідженнями. Оформлення, рубрикація дисертації і автореферату відповідають вимогам МОН України. В цілому дисертація Абрамової Людмили Сергіївни є завершеним і повним дослідженням, яке містить теоретичні розробки високого рівня та відповідні їм експериментальні перевірки.

У додатках наведено додаткові матеріали, які доповнюють основний зміст дисертації, а також акти впровадження результатів дослідження.

Ідентичність змісту автореферату та основних положень дисертації

Автореферат дисертаційної роботи є ідентичним з нею та не містить інформації, яка відсутня у самій роботі. Текст автореферату повною мірою розкриває наукову та практичну цінність дисертації. Висновки в авторефераті збігаються з висновками по роботі.

Зауваження по дисертаційній роботі

Поряд з тим, що актуальність дисертаційної роботи, її наукова новизна та практичне значення результатів не викликають сумніву, слід відзначити наступні зауваження:

1. У аналізі типів СУДР слід було б надати більше інформації щодо застосування Інтернет технологій та залучення ресурсів хмарного управління ДР (підрозділ 1.4).

2. На мій погляд, доцільно було б додатково визначити функції та надати

розширений опис особливостей функціонування гібридних інтелектуальних систем управління дорожнім рухом (підрозділ 2.2).

3. У підрозділі 2.2 наведено функцію втрат, яка є протилежною ефективності управління, але надалі у роботі вона не використовується при дослідженні.

4. У підрозділі 3.1 автором наведено розподіл параметрів управління ДР, але до сукупності параметрів увійшли також типи транспортного планування та склад транспортного потоку, що потребує додаткового пояснення.

5. Потребує додаткового обґрунтування доцільність побудови ступеневих графіків при прогнозуванні інтенсивності ТП (підрозділ 3.2).

6. На рис. 3.11 наведено графік зміни щільності ТП при граничних значеннях щільності $q_{\min} = 5$ авт/км та $q_{\max} = 100$ авт/км, але не надано пояснення, як само були отримані ці значення.

7. Потребує додаткового пояснення застосування часо-залежного та транспортно-залежного управління ДР – чи вони є видами управління за фіксованими планами та ситуаційного управління, чи вони належать до інших технологій управління дорожнім рухом (підрозділ 4.1).

8. Потребує пояснення, яким саме чином запропоноване динамічне управління ДР на перегонах ВДМ поєднує узгодження керуючих впливів та передбачення виникнення зміни режимів руху на ВДМ (підрозділ 5.2).

Висновок про відповідність дисертації вимогам МОН України

В цілому вважаю, що дисертація є завершеною працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують конкретну науково-прикладну задачу підвищення ефективності функціонування транспортної мережі міста на підставі формування теоретичних основ управління дорожнім рухом для подальшого розвитку систем управління. Дисертація виконана на достатньо високому рівні, має безумовне практичне значення.

Актуальність поставленої у роботі мети, новизна отриманих результатів, їх достовірність та обґрунтованість, застосовані автором методи вирішення науково-технічних задач дають підставу вважати, що робота Л.С. Абрамової «Теоретичні основи формування розподілених систем управління дорожнім рухом у містах» відповідає вимогам пунктів 9, 10 та 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету міністрів України від 24.07.2013 р. № 567, та паспорту спеціальності 05.22.01 – транспортні системи.

Таким чином, вважаю, що Абрамова Людмила Сергіївна заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – транспортні системи.

Офіційний опонент

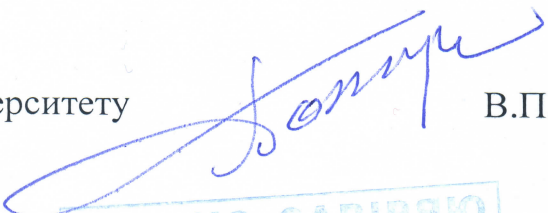
доктор технічних наук, професор,

завідувач кафедри транспортних систем

та безпеки дорожнього руху

Національного транспортного університету

В.П. Поліщук


ПІДПИС ЗАВІРЯЮ
Вчений секретар Національного
Транспортного Університету
проф. Мельниченко О.І. 