

ВІДГУК

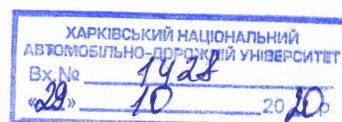
офіційного опонента

доктора технічних наук, професора Алексієва Володимира Олеговича на дисертаційну роботу Абрамової Людмили Сергіївни «Теоретичні основи формування розподілених систем управління дорожнім рухом у містах», яка представлена на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – транспортні системи

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. Обсяг основного тексту складає 320 сторінок, додатки розміщені на 73 сторінках. Перелік використаних літературних джерел складається із 244 найменувань на 25 сторінках.

Актуальність теми дослідження. Для ефективного впровадження курсу розвитку України та інтеграції національної транспортної мережі в транс'європейську транспортну систему одним з головних завдань є покращення сучасного стану транспортної системи країни. Саме рішення цього завдання сприяє розробка основ систем управління дорожнім рухом (СУДР).

Зараз на дорогах з'являються транспортні засоби, що мають досконалі інформаційно-комунікаційні системи (ІКС). Відповідні технології Інтернет-речей (Internet of Things, IoT), як складові ІКС, вже поєднують електронні системи на боту транспортних засобів та стають невід'ємною ланкою побудови автоматизованих систем управління рухом. Поруч з цим, у країні впроваджується елементи інтелектуальних транспортних систем (Intelligent Transportation System, ITS), які призначені для ефективного управління транспортним процесом, що безумовно сприятиме підвищенню працездатності вулично-дорожніх мереж (ВДМ) міст та регіонів у сучасних економіко-соціальних умовах.



Тому, тема дисертаційної роботи «Теоретичні основи формування розподілених систем управління дорожнім рухом у містах» є актуальною та своєчасною для рішення завдань проектування та побудови ефективних СУДР, покращення транспортного обслуговування населення й комфорту пересування у автотранспортних засобах (АТЗ), результати дослідження сприятимуть посиленню заходів безпеки на дорогах.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до Закону України «Про дорожній рух» від 30.06.1993 р. № 3353-ХІІ; Резолюцій Генеральної Асамблеї ООН № 64/255 від 10.05.2010, № 66/260 від 23.05.2012 і № 68/269 від 29.04.2014; Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року» від 30.05.2018 р. № 430-р.; Стратегії підвищення рівня безпеки дорожнього руху на період до 2020 року (схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 червня 2017 р. № 481); Державної Програми підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2020 року (постанова Кабінету Міністрів України від 25 квітня 2018 р. № 435).

Основні положення дисертації пов'язані з виконанням 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 автотранспортних 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); «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).

Участь у виконання зазначених науково-дослідних роботах дозволили отримати Абрамової Л.С. практичні та наукові результати щодо підвищення ефективності функціонування транспортної мережі міста на підставі формування теоретичних основ управління дорожнім рухом для подальшого розвитку систем управління, що визначається метою дисертаційної роботи.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації забезпечуються методологією дослідження, що ґрунтується на застосуванні принципів 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 авторкою застосовані методи аналітичного та імітаційного моделювання, методи оптимізації. Моделі прогнозування було реалізовано у відомій системі комп'ютерного моделювання MatLab. Експериментальні дослідження були проведені за допомогою модельних експериментів на розроблених імітаційних моделях із застосуванням результатів натурних спостережень на ВДМ міста. Оцінку ефективності запропонованих методів управління отримано у пакеті PTV VISSIM, який зараз можна вважати безперечним стандартом де-факто для виконання імітаційного моделювання дорожнього руху (ДР).

Наукові положення і рекомендації, достатньою мірою опрацьовані та викладені авторкою в дисертаційній роботі. Слід підкреслити коректну постановку задач та виконане дослідження, що в повній мірі відображає отримані у дисертаційному дослідженні нові результати.

Одержані у роботі результати та висновки є достатньо обґрунтованими і достовірними. Підтвердженням цього є застосування передових методів аналізу складних розподілених систем, використання відповідного математичного

апарату та впровадженням результатів дослідження у практичну діяльність департаменту інфраструктури, відділу транспорту у міських радах України.

Висновки наведені у роботі не викликають сумніву. Їх зміст містить нові наукові підходи та інформаційну модель щодо формування розподілених систем управління дорожнім рухом у містах, повністю розкриває одержані результати, мають чітке практичне обґрунтування.

Структура дисертаційної роботи дозволяє змістовно опрацювати обрану проблему. Матеріал викладено послідовно, логічно, з дотриманням вимог наукового стилю. Найбільш значущі концептуальні положення знайшли експериментальне підтвердження з використанням комп'ютерних засобів програмування та імітаційного моделювання.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у розвитку теоретико-методологічних основ управління дорожнім рухом із позицій визначення взаємозв'язку параметрів ДР при зміні режимів міського руху. Найважливіші наукові результати 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 обґрунтовані та аналітично визначені параметри динамічного управління транспортними потоками (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 як

однакових клітин однаково поєднаних між собою за теорією клітинних автоматів; процес макромодельовання 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 калібровки геоінформаційної моделі міста шляхом поєднання нормативних характеристик руху з емпіричними даними на підставі фундаментальної діаграми ТП.

Одержані наукові результати є обґрунтованими, мають достатню теоретичну проробку, підкріплені експериментальними дослідженнями та результатами імітаційного моделювання.

Практичне значення дисертації. Основні наукові положення, розробки та рекомендації, що є результатом виконаного дисертаційного дослідження, впроваджено: у навчальний процес 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.) і відділом транспорту, зв'язку та енергетики Краматорської міської ради (акт про прийняття до впровадження від 22.01.2020 р.). Всі акти впровадження наведені у додатках до роботи.

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.

Повнота оприлюднення результатів дисертації в опублікованих працях та на наукових конференціях. Основні результати дисертаційної роботи опубліковані у 90 наукових працях, 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.

Наприкінці кожного розділу наведено посилання на публікації, в яких були відображені матеріали відповідного розділу. Аналіз переліку публікацій кожного розділу надає підстави зробити висновок щодо повноти посилань на всі наукові праці здобувача, які наведені в анотації. В дисертації та авторефераті чітко визначений особистий внесок здобувачки в роботах зі співавторами.

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, індустриальні центри та корпоративна логістика» (Харків, 2019).

Оцінка змісту дисертації. Дисертаційна робота складається з таких основних структурних елементів: титульний аркуш, анотація, зміст, вступ, шість розділів, висновки, список використаних джерел, додатки.

Титульний аркуш, анотація, зміст, основна частина, список використаних джерел та додатки оформлені згідно Вимог до оформлення дисертації МОН України, наказ № 40 від 12.01.2017.

У вступі наведено загальну характеристику роботи; виконано обґрунтування вибору теми досліджень; визначено зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами; сформульовано мету і завдання дослідження; визначено об'єкт та предмет дослідження; перераховані використані методи дослідження; наведено наукову новизну, теоретичне і практичне значення отриманих результатів; надано інформацію з апробації та обсягу висвітлення результатів дисертаційного дослідження у наукових виданнях України та зарубіжжя; зазначено конкретний особистий внесок здобувача у публікаціях зі співавторами; анонсована структура та обсяг дисертації.

Наведене вказує на дотримання авторкою вимог до оформлення докторських дисертацій.

Перший розділ дисертації присвячено визначенню основних напрямків розвитку сучасних систем та технологій управління ДР у містах, а також системного уявлення комплексу «водій – автомобіль – дорога – середовище» (ВАДС). Наведено результати аналізу структурних та функціональних особливостей систем управління ДР, що впливають на методологію визначення характеристик ДР при зміні режимів руху у міських умовах.

Встановлено, що згідно функціям АСУДР відомо п'ять поколінь. Існуючі в даний час в Україні АСУДР здебільшого відносяться до систем першого та другого поколінь, у яких не враховується реальна транспортна ситуація на дорогах. Внаслідок цього вони практично не здійснюють істотного впливу на рух ТП, пропускну спроможність та безпеку ДР.

Визначено, що ієрархічна структура АСУДР є розвиненою в порівнянні з іншими. В результаті проведеного аналізу виявлено, що у світовій практиці найбільш поширені технології управління ТП: за фіксованими планами (координоване управління); мережевого адаптивного управління; ситуаційного управління.

Виявлено, що основою методології оцінки характеристик ДР при зміні режимів руху у містах є мікро- та макромодельовання ТП, основою якого є фундаментальна діаграма ТП. Але фундаментальна діаграма застосовується лише при однорідному складі ТП та нормальному стані дорожнього покриття і зовнішнього середовища. Також у першому розділі відзначено, що потребує дослідження метод моделювання руху АТЗ у щільному потоці за умови недотримання дистанції безпеки, що безпосередньо впливає на зниження пропускну спроможності ВДМ міст.

У другому розділі проведено систематизацію застосування методів теорії управління – робастного, адаптивного та інтелектуального управління на етапі прийняття рішень при формуванні рівнів СУДР, розроблено ромбовидну архітектуру ієрархічної системи управління ДР та принципові схеми для

кожного рівня управління – локального, тактичного та стратегічного.

Виявлено, що інтегрована інтелектуальна система управління (ІСУ) є модифікацією та розвитком СУДР, що реалізує технологію ситуаційного управління ТП на ВДМ міст. Також у розділі визначено відмінності між інтелектуальними та інформаційними технологіями.

Розроблено концепцію формування розподілених СУ з метою підвищення пропускнуєї спроможності ВДМ у містах при забезпеченні необхідного рівня безпеки ДР, яка містить основні положення системного підходу до розробки структури СУДР, методів управління ДР, способів визначення ефективності ДР для різних рівнів систем управління – від локального до стратегічного.

У відповідності до теорії штучного інтелекту, а також з метою розробки програмного забезпечення СУДР запропоновано застосування та розроблено структури інтелектуальних агентів як елементів гібридної СУДР, де функції агентів відображені у вигляді абстрактного математичного опису в межах наданої архітектури: агент = архітектура + програма. Розроблено моделі чотирьох типів рефлексних агентів для розглянутих технологій управління ДР.

Методика визначення параметрів побудови фундаментальної діаграми для практичного застосування була розроблена та надала адекватні результати при тестуванні на перегонах ВДМ м. Харків.

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.

Розроблена стратегія гібридного управління ДР у містах. Завдяки цьому: отримано результат взаємодії параметрів дорожнього руху із параметрами управління системи на різних рівнях управління із урахуванням їх нормативних їх значень та формалізовано керуючі впливи кожного рівня. Обрано у якості критерію ефективності на стратегічному рівні параметр дорожньо-

транспортних витрат, у якому поєднуються параметри ТП та ВДМ. Проведено експеримент на частині ВДМ м. Харків. Також отриманий результат можливо застосувати при визначенні ділянок ВДМ із складними умовами руху.

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. Запропоновано альтернативний метод апроксимації даних часового ряду, який дозволяє одержувати короткостроковий прогноз параметрів. Запропоновано застосування інтервального прогнозування для довгострокового прогнозування. Побудову прогнозу зміни інтенсивності ТП проведено у середовищі комп'ютерної математики MatLab. Підтверджено адекватність запропонованого способу експериментальними дослідженнями прогнозування інтенсивності ТП на перегонах ВДМ м. Харків.

Для реалізації на тактичному рівні СУДР заходів для забезпечення пропускної спроможності ВДМ було 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 АТЗ у потоці. Отримано математичний опис процесу формування «ударної хвилі» на підставі запропонованої моделі зміни локальної 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.

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. Це надало змогу отримати обмеження на

довжину перегону, яка сприятиме рівномірному руху ТП по магістралі та відрізняється від існуючого.

Формалізовано задачу контурного управління ДР на мережі ВДМ із урахуванням основ координованого управління дорожнім рухом. Вирішено проблему 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.

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.

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

Розроблено методологію динамічного управління дорожнім рухом для тактичного рівня СУДР. Науково обґрунтовано та доведено доцільність зменшення інтенсивності ТП за рахунок управління швидкістю руху АТЗ у потоці для запобігання виникнення заторових режимів руху на ВДМ, що надає ресурс для забезпечення ефективного та працездатного стану ВДМ у цілому.

Проведені дослідження параметрів умов руху АТЗ у ТП дозволили отримати аналітичні залежності взаємодії параметрів макро- та мікромоделювання на підставі формалізації впливу перешкод, що формують складні умови руху у щільному потоці, та визначити переваги управляючої дії наприкінці сформованого потоку у порівнянні із відомими керуючими впливами на його початок. Розроблено імітаційну модель руху АТЗ, що належить до типу мікромоделей з урахуванням основних параметрів руху в потоці, а саме – прискорення, швидкість руху та дистанції до перешкоди при

русі. Запропоновано методику визначення параметрів динамічного управління ДР на підставі отриманих мікромоделей параметрів руху АТЗ у щільному потоці із урахуванням реакції та поведінки водія при русі у складних умовах, а також із оцінкою фази прискорення або уповільнення АТЗ при русі у міських умовах.

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

Розроблено спеціальне програмне забезпечення для моделювання параметрів системного управління. В результаті отримані параметри системного світлофорного регулювання на перехрестях контуру ВДМ. 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 %.

З метою формування керуючих впливів на дорожній рух на тактичному рівні управління проведено модельний експеримент реалізації динамічного управління. Розроблено імітаційну модель руху ТП, яка підтверджує адекватність та коректність запропонованого методу динамічного управління швидкістю ТП за параметром середнього відхилення експериментального та модельного часу проїзду по перегонам ВДМ, що не перевищує 5 %.

З метою формування баз моделей взаємодії основних параметрів ТП для рівня прийняття рішень в СУДР побудовані вибіркові моделі калібрування перегонів. Результати представлено у вигляді основних діаграм транспортного потоку. Існуючі умови обумовлюють розбіжності у визначенні параметрів моделей для різних станів ділянки дослідження, що підтверджує адекватність розроблених діаграм ТП.

Таким чином, теоретичні та практичні дослідження в роботі здійснено на високому науковому рівні. Одержані в процесі дослідження результати свідчать про реалізацію автором поставленої мети і завдань.

Зв'язок докторської дисертації з кандидатською дисертацією. Наукові положення, результати та висновки, які захищені здобувачем у кандидатській дисертації, не залучені до розгляду нових наукових положень, результатів і висновків та не стали предметом дослідження поданої до захисту докторської дисертації.

Відповідність автореферату змісту дисертаційної роботи. Автореферат ґрунтовно розкриває зміст дисертаційної роботи та повністю відображає ідентичність отриманих наукових та практичних результатів. Дисертаційна робота та автореферат написані з дотриманням наукового стилю та відповідають вимогам МОН України.

Зауваження та дискусійні питання. Поряд із загальною позитивною оцінкою аналіз дисертаційної роботи дозволяє вказати на деякі дискусійні питання та окремі недоліки:

1) На рис. 1.5, ієрархічна структура АСУДР має центр управління (ЦУ), однак, за текстом зазначається, що у ієрархічній системі немає яскраво вираженої "найважливішої" ланки і головних зв'язків, і відмови в яких-небудь підсистемах не можуть привести до розпаду системи. Тому слід пояснити, яким чином дорожній контролер (КД) може виконувати роль ОПР, наприклад, у разі його розриву зв'язку з ЦУ. Або слід вважати, що на рис. 1.5 наведено централізовану структуру АСУДР з резервуванням ліній зв'язку?

2) У розділі 1.3 для аналізу методології оцінки зміни характеристик дорожнього руху при зміні параметрів транспортної мережі міст виконано огляд ретроспективи наукових досліджень починаючи з 1912 р., що носить лише історичний характер. Відповідні закономірності слід розглядати на рівні сучасних розробок та технологій, що вже враховують досвід попередніх досліджень.

3) У розділі 2 слід враховувати, що робастне управління зі зворотнім зв'язком та адаптивне управління вже входять до поняття інтелектуального управління. Також у запропонованій системі багаторівневого управління дорожнім рухом слід чітко визначити у якому сенсі вона належить до гібридної

інтелектуальної системи із реалізацією аналітичного підходу до побудови розподілених систем управління. Оскільки ознакою розподілених систем не є застосування даних з мережі Інтернет, слід розуміти технологію Інтернет, яка тільки надає технологічне підґрунтя для побудови комунікацій у розподілених систем.

4) У розділі 3.1 розроблено алгоритм оцінки ефективності ВДМ за параметром дорожньо-транспортних витрат. Більш доцільним є критерій роботи системи в цілому та врахування не тільки дорожньо-транспортних витрат на перегонах але й опосередкованих величин, як якості керування ТЗ, врахування комфорту та безпеки перевезень.

5) На рис. 4.10 у якості етапу визначення параметрів контурного управління на ВДМ не зрозуміло наявність блоків обмеження швидкості руху та геоінформаційної моделі контуру мережі. Тому, на схемі слід було б відзначити ієрархію блоків.

6) Швидкість АТЗ у потоці формула (5.18) та швидкість в умовах підвищеної щільності (5.19) не можна враховувати достовірними, оскільки ці залежності ґрунтуються на розрахунку прискорення з врахуванням тільки параметрів АТЗ – кількості обертів колінчастого валу двигуна та загального передавального числа трансмісії автомобіля, що не передбачає аналіз впливу дорожніх умов, наприклад, якості зчеплення коліс з дорогою.

7) У шостому розділі доцільно було б навести не тільки результати оцінки адекватності запропонованих рішень та моделей, а й виконати приблизний економічний розрахунок щодо впровадження розподіленої АСУДР міста у порівнянні з типовим підходом побудови системи централізованого типу.

8) У додатках Г, Д слід було розмістити не структуру алгоритму, а виконати схему алгоритму за прийнятими стандартами у ІТ-галузі.

Наведені зауваження та дискусійні положення не знижують загальну наукову та прикладну цінність виконаного дослідження, а також обґрунтованість і достовірність положень дисертації.

Загальний висновок. Дисертаційна робота Абрамової Людмили Сергіївни на тему: «Теоретичні основи формування розподілених систем управління дорожнім рухом у містах» є завершеним науковим дослідженням та відповідає паспорту спеціальності 05.22.01 – транспортні системи. У роботі розв’язано важливу наукову проблему з розвитку теоретико-методологічних основ управління дорожнім рухом із позицій визначення взаємозв’язку параметрів ДР при зміні режимів міського руху, надано концепцію проектування СУДР в містах на підставі розподілення функцій управління за визначеними рівнями функціонування з ознаками багатопараметричності та багатокритеріальності ДР як об’єкту управління.

На підставі аналізу дисертації вважаю, що актуальність теми дисертаційного дослідження, обґрунтованість, достовірність, наукова новизна положень, висновків, рекомендацій, які сформульовані в дослідженні, практичні впровадження, кількість та якість публікацій відповідають вимогам пп. 9,10,12,13,14 «Порядку присудження наукових ступенів», що затверджений Постановою Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку присудження наукових ступенів» від 24 липня 2013 р. №567 (із змінами) щодо докторських дисертацій, а її авторка Абрамова Людмила Сергіївна заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – транспортні системи.

Офіційний опонент:

професор кафедри кібербезпеки та інформаційних технологій

Харківського національного економічного

університету імені Семена Кузнеця

доктор технічних наук, професор

В.О. Алексієв

Підпис д.т.н., проф. Алексієва В.О. засвідчую

Вчений секретар ХНЕУ ім. С. Кузнеця

О.В. Писарчук

