

## ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертацію МАЗИЛЮКА ПAVЛA ВІКТОРОВИЧА  
на тему: «РОЗРОБКА МЕТОДУ РАЦІОНАЛЬНОГО ПРОЇЗДУ ТРАНСПОРТНИМИ  
ЗАСОБАМИ РЕГУЛЬОВАНИХ ДІЛЯНОК ДОРІГ»,  
подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук  
за спеціальністю 05.22.01 - транспортні системи

### **Актуальність теми дослідження.**

Для керування дорожнім рухом на перехрестях вулиць і доріг населених пунктів найчастіше використовують світлофорне регулювання, яке дає змогу підвищити безпеку дорожнього руху, забезпечує почергове пропускання конфліктних потоків, пріоритетне пропускання пішоходів, велосипедистів чи громадського транспорту тощо. Однак впровадження світлофорного регулювання неминуче пов'язане із зупинкою автомобілів, що в свою чергу призводить до виникнення затримок в транспортних потоках, зниження пропускної здатності та підвищення споживання палива чи електроенергії.

Одним із шляхів підвищення ефективності роботи системи ВАДС є удосконалення технологій та оптимізація режиму роботи світлофорного регулювання (уточнення методики розрахунку світлофорного циклу та його елементів, впровадження адаптивного регулювання з пріоритетом для маршрутних транспортних засобів та систем автоматизованого керування дорожнім рухом). З іншого боку, підвищення ефективності роботи системи ВАДС можна досягти, впливаючи на водія (наприклад, встановленням рекомендованої швидкості руху в системах координованого регулювання).

Керування швидкістю руху транспортних засобів на підході до регульованої ділянки дороги є ефективним засобом, однак вимагає наявності сильного та надійного інформаційного зв'язку від світлофорного об'єкта (підсистема «дорога») до автомобіля. За наявного рівня технологій рішення приймає водій на основі інформації про час, що залишився до ввімкнення дозвільного сигналу. Однак часто воно є рішенням в умовах невизначеності (навіть наявність лічильника зворотного відліку часу на світлофорі не забезпечує вибору оптимального режиму руху).

Розвиток безпроводних каналів зв'язку та поширення безпілотних автомобілів робить можливим передачу інформації про режим роботи світлофорного об'єкта безпосередньо на бортовий комп'ютер автомобіля. Це в свою чергу забезпечує прийняття правильного керуючого рішення про режим руху (рух з постійною швидкістю, сповільнення чи пришвидшення) з метою забезпечення беззупинкового проїзду регульованої ділянки вулиці чи дороги.

Таким чином, актуальною є тема дисертаційної роботи, що присвячена розробленню методу раціонального проїзду регульованих ділянок доріг для

оптимізації режиму руху транспортних засобів шляхом керуванням їх сповільненням. Актуальність цієї теми додатково підтверджується її зв'язком із Транспортною стратегією України на період до 2030 року (постанова КМУ від 30.05.2018 № 430-р).

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

У дисертаційній роботі отримали подальший розвиток теоретичні положення беззупинкового проїзду одиночними транспортними засобами регульованих ділянок доріг. Зокрема, автором запропоновано використання накату з урахуванням його сповільнення як основу методу раціонального проїзду регульованих ділянок доріг з математичною формалізацією цього методу, що дає змогу впливати на режим руху транспортних засобів для досягнення плавності руху, мінімізації затримок та споживання палива.

Автором також удосконалено спосіб передачі інформації в системі ВАДС, зокрема, від світлофорного об'єкта (підсистема «дорога») до транспортного засобу з метою прийняття водієм відповідних керуючих дій або керуванням автомобілем в автоматичному режимі.

Під час дослідження автором використано методи математичного моделювання проїзду транспортними засобами регульованого перехрестя для визначення їх кінцевої швидкості, витрати палива та тривалості руху, методи теорії ймовірностей для визначення допустимих меж застосування методу раціонального проїзду регульованих ділянок доріг, методи натурних досліджень для вивчення дій водіїв під час проїзду регульованих ділянок доріг з та без використання запропонованого методу.

Наукові положення та висновки, що сформульовані у дисертаційній роботі, є повними, впливають з її змісту та відображають отримані автором нові результати. Вони дадуть змогу ефективніше впливати на транспортний потік з метою досягнення більшої плавності руху транспортних засобів перед та під час проїзду регульованих ділянок доріг з мінімізацією затримок та витрат палива.

### **Практичне значення дисертації.**

За результатами дисертаційного дослідження автором запропоновано спосіб взаємодії світлофорного об'єкта та транспортного засобу з метою беззупинкового його проїзду (та, відповідно, мінімізації затримок та витрат палива), який базується на керуванні сповільненням автомобіля під час наближення до регульованої ділянки. В свою чергу проїзд стоп-лінії без зупинки — це можливість скоротити тривалість дозвільного сигналу та оптимізувати режим регулювання за рахунок відсутності втраченого часу в момент вмикання дозвільного сигналу.

Запропонований метод може ефективно використовуватись для оптимізації режиму руху одиночних транспортних засобів, в тому числі безпілотних чи з режимом автоматичного керування, а також для пріоритетного пропускання громадського транспорту на світлофорах (які, по суті, є одиночними транспортними засобами в загальному потоці). Крім цього, метод може бути використано і для наявних систем світлофорного регулювання без додаткового оснащення транспортних засобів обладнанням для керування сповільненням. Це, зокрема, може бути в разі встановлення на певній відстані до стоп-лінії радара та табло із поточною та рекомендованою швидкістю руху для забезпечення беззупинкового проїзду.

Практичне значення результатів дослідження підтверджується довідками про їх використання на ДП «Автоскладальний завод № 1» АТ «Автомобільна компанія «Богдан Моторс»», ДП «Луцьке бюро подорожей та екскурсій» ПрАТ «Волиньтурист», КП «Луцьке електротехнічне підприємство – Луцьквітло», а також актом впровадження результатів дослідження у навчальному процесі на кафедрі автомобілів і транспортних технологій Луцького національного технічного університету.

#### **Повнота викладу результатів дослідження в опублікованих працях.**

Основні положення та результати роботи повністю викладені у 14-ти наукових працях, з яких статей – 8 (в т. ч. одна у виданні, що входить до наукометричної бази даних), праць апробаційного характеру – 4, один патент на корисну модель та одне свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. Основні наукові положення та практичні результати доповідались Мазилюком П. В. особисто на міжнародних та всеукраїнських конференціях у 2015-2018 роках.

Зміст дисертації повністю відповідає змісту опублікованих за результатами дослідження праць. Їх кількість і рівень відповідає вимогам, що висуваються до висвітлення основних положень та отриманих результатів.

Структура та зміст автореферату повністю відповідають основному змісту дисертації. В авторефераті стисло та послідовно викладено методика, результати та висновки проведеного Мазилюком П. В. дослідження. Текст автореферату не містить положень, які б не були відображені в дисертації.

#### **Оцінка змісту дисертації в цілому.**

Дисертаційна робота викладена на 191 сторінці, з яких основного тексту – 143 сторінки. Вона складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (115 найменувань) та п'яти додатків. Структура роботи узгоджується з назвою, метою та завданнями дослідження.

Дисертація присвячена вирішенню науково-прикладної задачі -- оптимізації режиму руху транспортних засобів, які наближаються до

регульованої ділянки дороги на заборонний сигнал, шляхом керування їх сповільненням для забезпечення беззупинкового проїзду стоп-лінії.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано мету та задачі роботи, узагальнено її наукову новизну та практичну цінність.

Перший розділ дисертації присвячено аналізу режимів руху транспортних засобів на підходах до регульованих ділянок доріг, а також закономірностям зміни витрати палива при русі в міських умовах зі значною кількістю світлофорних об'єктів. Тут також подано характеристику відомих систем інформування водія про рекомендований режим руху при наближенні до стоп-лінії. Це дало змогу виявити невирішену раніше науково-прикладну задачу та чітко сформулювати тему і мету дослідження.

У другому розділі автором проаналізовано фактичні режими руху на підходах до світлофорних об'єктів та показано, чому вони не є ефективними за критерієм втрат часу та витрат палива. Тому було запропоновано схему раціонального проїзду регульованих ділянок доріг, яка базується на керуванні сповільненням автомобіля та використанні його кінетичної енергії під час руху накатом, а також сформульовано її математичну модель. Автором показано позитивний вплив запропонованої схеми проїзду регульованих ділянок доріг та визначено ймовірність її застосування на перехрестях з жорстким режимом регулювання.

Третій розділ присвячено експериментальним дослідженням руху автомобіля під час наближення до регульованих ділянок доріг з використанням відповідного програмного та апаратного забезпечення. В результаті досліджень було отримано закономірності зміни витрати палива та часу руху, що дало змогу підтвердити ефективність застосування запропонованого методу раціонального проїзду регульованих ділянок доріг та адекватність запропонованої математичної моделі.

У четвертому розділі дисертаційної роботи запропоновано принципову схему апаратного комплексу для інформування водія про поточний сигнал світлофора та час до ввімкнення дозвільного сигналу, а також показано можливі області застосування запропонованого методу (на маршрутних транспортних засобах, за наявності кількох транспортних засобів на підході до перехрестя, за різної тривалості світлофорних циклів тощо).

Дисертаційна робота є цілісною та завершеною науковою працею. Викладені в ній результати отримано автором особисто. Текст дисертації подано послідовно та логічно, він має належну якість оформлення. До кожного з розділів і до роботи загалом зроблено висновки, які відповідають меті і задачам дисертаційного дослідження.

Дисертація та автореферат оформлені відповідно до «Вимог до оформлення дисертацій та авторефератів дисертацій» (наказ Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 № 40).

### **Недоліки і зауваження до дисертації.**

1. У науковій новизні доцільно було б зазначити, що математичну формалізацію для функціонування методу раціонального проїзду регульованих ділянок доріг удосконалено, оскільки керування сповільненням для беззупинкового проїзду стоп-лінії є відомим методом з відповідними математичними формалізаціями.

2. Предмет дослідження дисертаційної роботи доцільно було б сформулювати як закономірності зміни параметрів руху транспортного засобу під час проїзду ним регульованої ділянки дороги.

3. Недостатньо уваги приділено аналізу сучасних наукових праць іноземних вчених. Зокрема, бракує аналізу роботи інтелектуальних транспортних систем з обміном інформацією між транспортними засобами та дорожньою інфраструктурою, систем керування рухом з пріоритетним пропусканням громадського транспорту чи автомобілів екстрених служб.

4. З тексту дисертації не зрозуміло, чи проводились натурні дослідження за поведінкою водіїв під час наближення до стоп-лінії із світлофорами, які мають пристрої відліку часу до ввімкнення дозвільного та заборонного сигналу, і чи впливає встановлення таких світлофорів на плавність руху транспортних засобів.

5. У роботі доцільно було б чіткіше виділити, чому серед низки поширених критеріїв якості світлофорного регулювання (загримки, кількість зупинок, пропускна здатність, рівень аварійності, швидкість руху, витрати палива, показники впливу на довкілля тощо) для аналізу руху одиночних транспортних засобів було обрано саме показник витрат палива. Крім цього, доцільно було б обґрунтувати прийняту відстань 200 м до стоп-лінії для всіх тривалостей світлофорного циклу, заборонного та дозвільного сигналу, швидкості руху тощо, а також вибір значення максимально комфортного сповільнення  $0,7 \text{ м/с}^2$ .

6. З тексту дисертації не зрозуміло, чому для керування сповільненням обрано лише тривалість гальмування, а не його величину, оскільки з рис. 3.28 видно, що за високих значень початкової швидкості такий вплив є доволі значним.

7. Автору на рис. 2.8 не слід було позначати фрагментів ліній, які з урахуванням запропонованого методу раціонального проїзду регульованих ділянок доріг не мають практичного сенсу.

8. В алгоритмі раціонального проїзду регульованих ділянок доріг (рис. 2.12) слід виділити три можливі розгалуження: проїзд без пригальмовування, рух накатом із застосуванням запропонованого методу та рух з обов'язковою зупинкою. Саме такі категорії виділені в підрозділі 2.4.

9. Підрозділ 2.4 коректніше назвати «Ймовірність застосування запропонованого методу», а не «Ймовірнісна модель переключення сигналів світлофорних об'єктів», оскільки мова саме про визначення ймовірності

можливості застосування методу раціонального проїзду світлофорних об'єктів.

10.3 тексту дисертації не зрозуміло, яким чином розраховується параметр  $t_2$  у формулах (2.39) та (2.40), а також на рис. 2.13.

11. По тексті дисертації зустрічаються різні терміни, які по суті є одним і тим же (проїзд світлофорних об'єктів та проїзд регульованих ділянок доріг).

12. У тексті дисертації на с. 68 замість сповільнення нахату  $j_n$  помилково зазначено час руху накатом.

### **Висновок.**

Дисертація Мазилюка П. В. є завершеною науково-дослідною роботою та відповідає паспорту спеціальності 05.22.01 – транспортні системи, зокрема напряму досліджень «Обґрунтування вимог до застосування методів і засобів автоматизації управління рухом, транспортної телематики та принципів синергетичного об'єднання взаємодії різних транспортних засобів і систем». Наведені вище зауваження не знижують наукового рівня та практичної цінності цієї дисертації.

Актуальність теми, наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертації, дають змогу стверджувати, що вона відповідає вимогам пп. 9, 11-14 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою КМУ № 576 від 24.07.2013.

Вважаю, що Мазилюк Павло Вікторович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 - транспортні системи.

### **Офіційний опонент:**

кандидат технічних наук,  
керівник відділу розвитку  
ЛКП «Львівелектротранс»

Підпис Могилі І. А. засвідчую  
В.о. директора  
ЛКП «Львівелектротранс»



I. А. Могила

V. V. Ковалів