

АНОТАЦІЯ

Ву Дик Мінь. Підвищення ефективності організації дорожнього руху в транспортних районах міста. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті). – Харківський національний автомобільно-дорожній університет, МОН України, Харків, 2021.

Дисертаційна робота присвячена рішенням науково-прикладної задачі оцінки впливу складних міських умов руху на швидкість легкових автомобілів і встановленню закономірностей розподілу швидкості цих транспортних засобів на вулично-дорожній мережі міст.

Для цього був проведений аналіз існуючих методів моделювання транспортних потоків і оцінки швидкості руху автомобілів на міській вулично-дорожній мережі, а також їх затримок, пов'язаних з регулюванням дорожнього руху. В результаті було встановлено, що у більшості відомих підходів до прогнозування швидкості руху транспортних засобів її оцінка здійснюється на рівні середніх значень в точці або на ділянці проїзної частини у будь-яких умовах руху транспорту. Така ж ситуація властива і сучасним програмним продуктам для аналітичного моделювання транспортних потоків, хоча очевидним є той факт, що значення швидкості транспортного засобу в конкретному місці і в конкретний момент часу є випадковим. На додаток до цього, в міських умовах швидкість виявляється схильною до впливу перехресть, особливо регульованих, а також інших перешкод, що знижують швидкість руху транспорту. Це вказало на потребу у вивченні швидкості в місті як випадкової величини і, відповідно, встановлення закону її розподілу.

Одним з джерел даних для подібного вивчення швидкості стало макромодельювання транспортних потоків на відносно невеликих, але навантажених об'єктах – вулично-дорожніх мережах центральних частин міст

Харкова і Ханоя. З метою найбільш адекватного відбиття швидкості транспортних потоків між об'єктами тяжіння, розташованими вздовж центральних міських вулиць, був розроблений новий підхід до розподілу потоків транспортних засобів на основі їх затримок на перехрестях. Цей підхід дозволив точніше відбити характеристики транспортних потоків у порівнянні з існуючим найбільш поширеним способом розподілу потоків – на основі пропускної спроможності ділянок вулично-дорожньої мережі, у тому числі врахувати в швидкості проїзду між об'єктами тяжіння затримки індивідуального транспорту на регульованих перехрестях. Моделювання транспортних потоків і порівняльна оцінка згаданих альтернативних варіантів їх розподілу в місті були виконані в програмному продукті PTV[®] VISUM, оскільки він надає інструменти, що найбільшою мірою розкривають особливості кожного способу проведення розрахунків. При цьому порівняння альтернативних підходів на прикладі моделей реальних вулично-дорожніх мереж забезпечило можливість зіставлення розрахункових інтенсивностей транспортних потоків з їх фактичними значеннями і максимально наблизило вирішувану наукову задачу до проблем, що виникають в практичних завданнях моделювання.

Подальше вивчення швидкості як випадкової величини дозволило встановити, що в найскладніших умовах руху нормальний розподіл швидкості легкових автомобілів трансформується в показниковий. Як зв'язуюча ланка при трансформації нормального розподілу в показниковий при істотному ускладненні умов руху виступив гамма-розподіл, оскільки показниковий розподіл є його окремим випадком з параметром форми, рівним 1, а нормальний – граничним гамма-розподілом з параметром форми, що прямує до нескінченності.

Експериментальне підтвердження можливості використання гамма-розподілу було отримане при дослідженні швидкості легкових автомобілів, схильної до впливу звуження проїзної частини. Цей вид ускладнення умов руху можна рахувати свого роду переходом від умов вільного потоку до

ускладнень, що створюються регульованими перехрестями. Він призводить до зниження швидкості автомобілів, проте не є крайньою ситуацією з точки зору міри зниження швидкості, оскільки не вимагає обов'язкової зупинки транспортного засобу – більшості водіїв досить лише знизити швидкість без повної зупинки.

Що стосується перевірки можливості використання показникового розподілу для опису швидкості при істотному ускладненні умов руху, то ця гіпотеза була підтверджена в ході спостережень в найбільш складних з точки зору швидкості умовах – в зоні впливу регульованих перехресть. Ділянка транспортної мережі перед стоп-лінією регульованого перехрестя надає завідомо гірші умови проїзду, ніж звуження проїзної частини автомобільної дороги, оскільки змушує частину водіїв повністю зупинятися і простоювати деякий час.

При дослідженні швидкості автомобілів перед стоп-лінією перехрестя виникла необхідність врахування їх можливих простоїв на заборонний сигнал світлофора. Для врахування простоїв в значеннях швидкості була розроблена нова методика її замірів, згідно з якою швидкість вимірювалася в поперечному перетині вулиці на дистанції 1,5 метри перед стоп-лінією. Таким чином забезпечувалося знаходження корпусу першого автомобіля в черзі, що стоїть перед світлофором, у вибраному перетині. При цьому як дистанція, для якої вимірювався час проїзду, приймалася довжина самого проїжджаючого автомобіля. Для цього фіксувалися два моменти часу – коли вибраний перетин перетинався передньою і задньою точками автомобіля. Також фіксувалася довжина автомобіля – відстань між цими точками.

Аналіз результатів зроблених таким чином замірів дозволив встановити, що регульоване перехрестя помітно ускладнює умови руху в порівнянні з вузькою проїзною частиною. Це знайшло своє відображення в зниженні середньої швидкості автомобілів і зростанні її стандартного відхилення. В сукупності це призводить до зниження параметра форми гамма-розподілу і наближення його до одиниці. За результатами обробки замірів була

підтверджена можливість опису випадкової величини швидкості руху легкових автомобілів показниковим розподілом.

Зібрані в ході дослідження значення швидкості автомобілів, отримані в різних умовах і країнах, дозволили отримати регресійну залежність між середньою швидкістю руху і параметром форми гамма-розподілу, придатного для опису закономірностей в значеннях швидкості. Отримана залежність має досить високі прогностичні можливості, про що свідчить множинний коефіцієнт кореляції між незалежною і залежною змінними, рівний 96,3 %.

За результатами проведених досліджень були сформульовані практичні рекомендації по застосуванню встановлених закономірностей в коливаннях швидкості індивідуального транспорту в містах. Так, на основі цих закономірностей була розроблена методика розрахунку прискорень транспортних засобів при їх роз'їзді на сигнал світлофора, що дозволяє рух на регульованому перехресті. Вона дає можливість отримати вихідні дані для оцінки шуму прискорення як міри комфорту і втрат енергії при русі у складі міських транспортних потоків, а також якості організації дорожнього руху. Також була розроблена методика розрахунку об'ємів викидів шкідливих речовин з вихлопними газами легкових автомобілів, яка дає можливість інтервальної оцінки впливу транспортних потоків на навколишнє середовище і надає інструментарій для порівняльного аналізу змін в міських транспортних системах.

Розроблені рекомендації і методики були застосовані при моделюванні транспортних потоків в районі Лонгб'єн міста Ханой і оцінці результатів функціонування мережі в різних умовах. Було розглянуто два варіанти організації дорожнього руху в досліджуваному районі – існуючий і з раціональними світлофорними циклами на усіх регульованих перехрестях району. Ці зміни стосуються найбільш навантаженої частини транспортної мережі, дозволяють оцінити практичну придатність розроблених методик і ефективність запропонованих рекомендацій. При застосуванні запропонованих світлофорних циклів сумарні затримки транспортних засобів на регульованих

перехрестях району Лонгб'єн в ранковий період-пік з 7:00 до 9:00 повинні зменшитися на 12,47 %, середня швидкість пересування між об'єктами тяжіння – збільшитися на 0,55 %, викиди шкідливих речовин – зменшитися на 0,56 %, шум прискорення – знизитися на 5,88 %, що підтверджує доцільність використання нових методик для комплексної оцінки ефективності функціонування міських транспортних мереж.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що *вперше* :

- встановлений вплив складних міських умов руху на швидкість легкових автомобілів, що, на відміну від існуючих підходів, дозволило визначити вид розподілу швидкості руху автомобілів в міській вулично-дорожній мережі;

- розроблений новий підхід до оцінки параметрів розподілу швидкості руху легкових автомобілів в містах, який дозволяє отримати їх на основі середнього значення швидкості i , на відміну від існуючих підходів, повністю охарактеризувати швидкість як випадкову величину із законом розподілу, придатним для її опису.

Отримали подальший розвиток методи оцінки швидкості руху транспортного засобу за рахунок її визначення на основі часу проїзду дистанції, рівній його довжині, що, на відміну від існуючих підходів, дозволяє безпосередньо врахувати в значенні швидкості час простою транспортного засобу на перехресті.

Практичне значення результатів дослідження полягає в розробці методики проведення замірів швидкості руху транспортних засобів перед стоп-лінією міського регульованого перехрестя, підходу до розподілу транспортних потоків в міських вулично-дорожніх мережах на основі затримок транспортних засобів на перехрестях, а також методики оцінки шуму прискорення транспортних засобів при їх роз'їзді на сигнал світлофора, що дозволяє рух.

Ключові слова: закон розподілу швидкості, швидкість автомобіля, регульоване перехрестя, звуження проїзної частини, умови руху,

транспортний потік, транспортне моделювання.

Список публікацій здобувача

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Лобашов А.О., Ву Дык Минь. Методика прогнозирования поведения транспортных потоков в городах. *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*. 2002. № 18. С. 77–79.

2. Макаричев А.В., Горбачёв П.Ф., Ву Дык Минь, Горбачёва Е.А. Распределение скорости движения автомобилей перед стоп-линией городского регулируемого перекрёстка. *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*. 2019. № 85. С. 107–116.

3. Ву Дык Минь, Горбачев П.Ф., Колий А.С., Свичинский С.В. Распределение потоков индивидуального автотранспорта в городских сетях на основе задержек на перекрёстках. *Автомобільний транспорт*. 2020. № 46. С. 47–62.

4. Horbachov P., Vũ Đức Minh, Svichynskiy S., Shtanko I. The Changes in Vehicle Speed Distribution Related to Complicated Traffic Conditions in Cities. *Transport, Ecology – Sustainable Development: Proceedings of the technical and scientific conference ECO Varna (Varna, 13-15 May 2021)*. Varna, 2021. P. 34–43.

5. Ву Дык Минь. Подход к оценке шума ускорения на основе средней скорости движения автомобилей. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2021. № 3(78). С. 27–35.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

6. Ву Дык Минь, Горбачев П.Ф., Колий А.С., Свичинский С.В. Подход к распределению городских транспортных потоков на основе параметров светофорных циклов. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту*: зб. наук. праць за матеріалами VIII міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (14-15 квітня 2020 р.). Вінниця, 2020. С. 98–102.

7. Горбачев П.Ф., Ву Дык Минь, Свичинский С.В. Исследование закономерностей в значениях скорости автомобилей перед стоп-линией

регулюванню перехрестка. *Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем*: матеріали II Всеукр. наук.-техн. інтернет-конф. (9-11 листопада 2020 р.). Рівне, 2020. С. 34–36.

8. Горбачев П.Ф., Ву Дык Минь, Свичинский С.В. Методика замеров скорости движения транспортных средств перед стоп-линией регулируемого перехрестка. *Сучасні тенденції розвитку машинобудування та транспорту*: матеріали VII міжнар. наук.-техн. конф. (11-13 листопада 2020 р.). Кременчук, 2020. С. 86–87.

9. Ву Дык Минь, Свичинский С.В. Влияние городских регулируемых перехрестков на распределение скорости движения мотоциклов. *Напрями розвитку технологічних систем і логістики в АПВ*: матеріали III міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (22 квітня 2021 р.). Харків, 2021. С. 96–98.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

10. Новий підхід до побудови жорстких світлофорних циклів для перехресть міських вулиць: свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір / Горбачов П.Ф., Ву Дик Минь, Шевченко В.В. (Україна). № 88689; зареєстровано 20.05.2019.

11. Іванов І., Ву Дик Минь, Свичинський С. Особливості планування вибіркового обстеження мобільності в місті. *Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем*: матеріали Всеукр. наук.-техн. інтернет-конф. (28-29 листопада 2019 р.). Рівне, 2019. С. 53–55.

12. Горбачов П.Ф., Ву Дик Минь, І.І. Штанько. Закономірності розподілу швидкості руху транспортних засобів на міських вулицях. *Сучасні інформаційні системи*. 2020. № 4(2). С. 163–169.