

УДК 629.13

**В.В. Рудзінський, професор, д-р техн. наук,**

**В.П. Шумляківський, ст. викладач**

*Житомирський державний технологічний університет*

*вул. Черняхівського 103, м. Житомир, Україна, 10005*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ МІСЬКИХ МАРШРУТНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ, ЯК ПЕРЕДУМОВА ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ.**

*В статті наведено аналіз роботи маршрутних транспортних засобів (МТЗ) в міському режимі руху. Запропоновано методика дослідження динаміки руху колісного транспортного засобу(КТЗ) категорії  $M_2$  з метою виявлення перешкод руху та їх вплив на швидкість та якість виконання роботи з перевезення пасажирів. Представлено результати експериментальних досліджень динаміки руху автомобілів за міським маршрутом в місті Житомир.*

*Ключові слова: маршрутний колісний транспортний засіб, динаміка руху автомобіля, вулично-дорожня мережа, інтелектуальні транспортні системи.*

**Постановка проблеми.** Збільшення кількості транспортних засобів (ТЗ) при відсутності розвинутої інфраструктури призведе до перенавантаження доріг. Особливо це помітно в час-пік, коли основна маса населення прямує на роботу/навчання та в зворотному напрямку. Перевантаженість шляхів колісними транспортними засобами (КТЗ) викликає утворення заторів та збільшення часу перебування в дорозі, витрат на експлуатаційні матеріали, отже і збільшення забруднення навколишнього середовища, порушень правил дорожнього руху та кількості дорожньо-транспортних подій (ДТП), зменшення середньої швидкості, керованості, безпеки руху. Це є загрозою для всіх учасників, як для водіїв та пасажирів, так і для пішоходів.

Для проїзду містом маршрутні транспортні засоби обирають близько 74% пасажирів. При ускладненні дорожнього руху, особливо в час пікових навантажень на вулично-дорожню мережу (ВДМ), маршрутним КТЗ важко змінити смугу, виконати під'їзд до зупинки та висадку/посадку пасажирів, що значно збільшує час у дорозі та суттєво впливає на динаміку його руху. В великих містах частково вирішити проблему дозволяє реорганізація руху транспортних засобів з виділенням окремої смуги для громадського пасажирського транспорту. В містах з населенням до 300 тис. осіб це викликає суттєві складнощі, так як існуюча ВДМ не розрахована на фактичний потік транспортних засобів сьогодення. Тому вирішення цієї проблеми має бути невідкладним.

В зв'язку з розвитком мережі транспортних сполучень та зі збільшенням мобільності населення, виникає необхідність забезпечення безпеки руху та реалізації методів ефективного управління транспортними потоками. Для забезпечення високого рівня функціонування транспортного сектора в світовій практиці використовуються Інтелектуальні Транспортні Системи (ІТС). ІТС – це інтеграція інформаційно-комунікаційних технологій між ключовими складовими транспортних процесів: людина – транспортний засіб – транспортна інфраструктура. ІТС передбачає використання супутникових навігаційних систем, електронних систем збору інформації про стан транспортної інфраструктури і її функціональну ефективність з метою оптимізації управління рухом всіх видів транспорту і підвищення безпеки, системами санкціонованого доступу і зняття плати за проїзд у громадському транспорті.

ІТС мають зменшити попит на використання індивідуального транспорту та заохочувати мешканців міста більше користуватись громадським транспортом і транспортними засобами, розрахованими на більшу кількість пасажирів [1,2].

З метою отримання інформації про фактичне положення маршрутного КТЗ та якість наданих їм послуг з перевезення пасажирів його слід обладнати новітніми навігаційно-інформаційними системами, які зможуть надавати інформацію в режимі реального часу.

З наведених даних можна зробити висновок про те, що проблема дослідження роботи міських транспортних засобів, є актуальною.

**Метою дослідження** є підвищення експлуатаційної ефективності маршрутних КТЗ категорії  $M_2$  (найбільш розповсюджених), на прикладі міста Житомира, з впровадженням технологій інтелектуальних транспортних систем (ІТС). **Об'єктом дослідження** є рух маршрутних КТЗ категорій  $M_2$  та пасажиропотік в різні проміжки часу. **Предметом дослідження** є динаміка руху маршрутних КТЗ з застосуванням компонентів ІТС.

**Практичне застосування** полягає у запропонованні методики дослідження, аналізу та впровадження оптимізації руху МТЗ та розподілення пасажиропотоку з використанням компонентів ІТС (диспетчерського центру, трекера, датчиків, відеокамер спостереження).

Згідно теоретичних досліджень процес руху КТЗ відбувається в умовах появи, випадковим чином, на маршруті ділянок доріг з незадовільним покриттям, перешкод з боку інших КТЗ, світлофорів, перехресть тощо. Водії вимушені обмежувати швидкість руху КТЗ по відношенню до його тягово-швидкісних можливостей. По цій причині зростає час руху КТЗ та зменшується середня швидкість руху. З аналізу досліджень впливу режиму руху [3] маршрутних КТЗ на його експлуатаційні показники встановлено, що оптимальний вибір режимів руху дає 20% економію пального, а саме: рух автомобіля на прямій передачі з рівномірною швидкістю не вище 65% від її максимального значення; підтримання прискорення в межах 0,9-1,5 м/с<sup>2</sup> і уповільнення 1,1-1,4 м/с<sup>2</sup>; перемикання передач при частоті обертання колінчастого вала 60-75% від максимальної; максимальне використання руху накатом для уповільнення чи зупинки (забезпечує економію пального 2,5-3,0%); гальмування двигуном; раціональне подолання підйомів (економія 8-12%); раціональний рух на спусках (економія 3-5%); ефективна робота двигуна на режимах холостого ходу (економія на 1%).

За умов стабільного швидкісного режиму витрачається на 10-15% менше пального порівняно з рухом із змінною швидкістю, різкими прискореннями і гальмуваннями. Слід відзначити, що прискорення понад 1,5 м/с<sup>2</sup> та гальмування з уповільненням понад 1,5 м/с<sup>2</sup> прискорюють процеси зношування деталей трансмісії та елементів гальмівної системи відповідно, скорочуючи інтервали міжремонтного пробігу. Таке динамічне керування маршрутним транспортним засобом значно погіршує комфортність та безпеку пасажирських перевезень

#### **Експериментальні дослідження руху маршрутного КТЗ на його експлуатаційні показники.**

Були проведені дослідження динаміки руху автобуса Богдан А09202 за міським маршрутом №19 в місті Житомирі. При випробуваннях реєструвались пасажирообіг та кількість пасажирів на перегоні між зупинками з метою вивчення впливу корисного навантаження на тягово-швидкісні якості КТЗ на маршруті. Для обліку пасажирів в салоні автобуса було встановлено відеореєстратори. Для відстеження місцезнаходження автобуса на маршруті використовували треккер із стільниковою антеною. Для спостереження за об'єктами ВДМ використовували відеореєстратор, що закріпили на лобовому склі автобуса. Додаткова камера надавала інформацію про стан дорожнього покриття. Всю отриману інформацію передавали на центральний комп'ютер для подальшої обробки та аналізу отриманої в реальному часі інформації. (рисунок 1). Для запису динамічних параметрів руху під час проведення випробувань був використаний вимірювальний комплекс Corrsys Datron. (рисунок 2)



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд автобуса Богдан А09202 з вимірювальною системою.



Рисунок 2 – Встановлення оптичного датчику CORREVIT S - CE w/Гуго на кузові маршрутного КТЗ

На рисунку 3 дослідний КТЗ рухався по ділянці дороги на проспекті Миру з трьома полосами руху в одному напрямку із задовільним станом дорожнього покриття, на ділянці 1 показано зменшення швидкості руху через перешкоду в смузі руху, яку створив інший КТЗ. На ділянці 2-3 (рисунок 4) відображено зменшення швидкості перед світлофором та її збільшення після проїзду перехрестя. На ділянці 4-5 спостерігаємо за рухом автобуса ділянку дороги зі зруйнованим дорожнім покриттям. Прилади на кузові автобуса зареєстрували ударні динамічні навантаження.

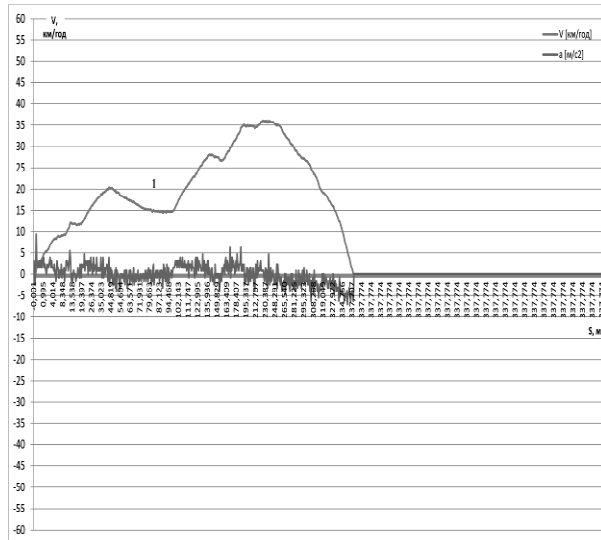


Рисунок 3 – Динамічні показники руху автобуса Богдан А09202 від зупинки «с-к Хмільники» до зупинки «майдан Визволення» (маршрут №19)

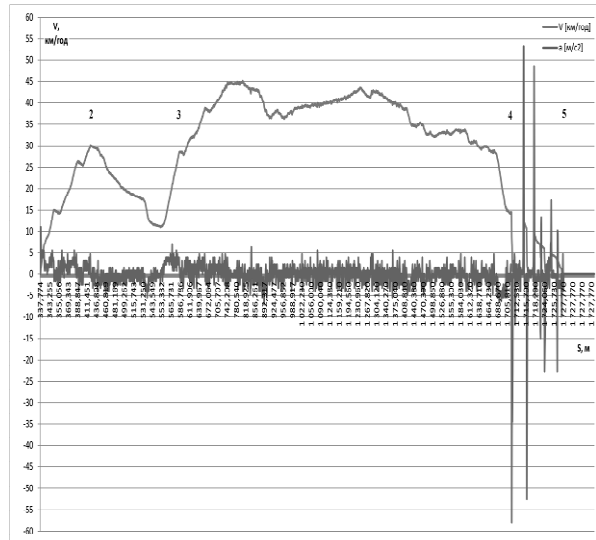


Рисунок 4 – Динамічні показники руху автобуса Богдан А09202 від зупинки «майдан Визволення» до зупинки «вул. Домбровського» (маршрут №19)

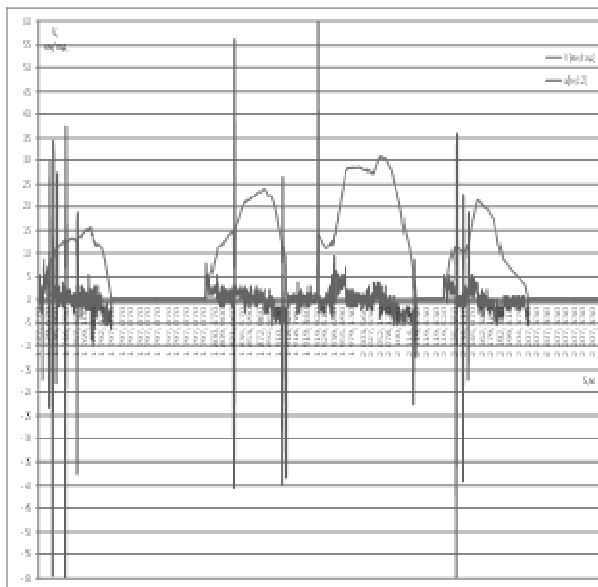


Рисунок 5 – Динамічні показники руху автобуса Богдан А09202 від зупинки «вул. Домбровського» до зупинки «вулиця Короленка» (маршрут №19)

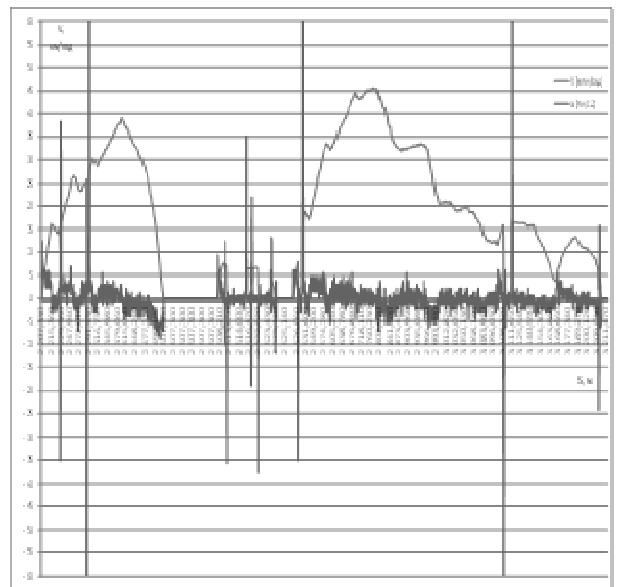


Рисунок 6 – Динамічні показники руху автобуса Богдан А09202 від зупинки «вул. Короленка» до зупинки «майдан Перемоги» (маршрут №19)

На рисунку 5 відображено динамічні характеристики руху автобуса ділянкою дороги з організацією двох смуг руху в одному напрямку. Стан дорожнього покриття незадовільний, на кожному перехресті встановлені світлофори, які не забезпечують пріоритету руху громадському транспорту. Тривале перебування на зупинках пов'язано не тільки з посадкою та висадкою пасажирів в центральній частині міста, але і з ненаданням пріоритету при від'їзді від зупинки іншими КТЗ. Спостерігається суттєве зменшення швидкості руху на перегоні.

На рисунку 6 відображено динамічні характеристики руху автобуса ділянкою дороги з виділеною смугою руху для громадського транспорту. Це дозволило збільшити середню технічну швидкість руху дослідного КТЗ на цій ділянці в центральній частині міста. Перешкодою залишився незадовільний стан дорожнього покриття в зонах наближених до зупинок та на перехрестях.

Експериментальні дані з пасажирообігу на дослідному КТЗ доводять, що збільшення кількості пасажирів на посадці та оплата проїзду особливо в години пікових навантажень, збільшує час зупинки і разом зі зростаючою масою КТЗ, негативно впливають на динамічні показники руху за маршрутом.

Запропонована методика досліджень дозволить перейти від якісної оцінки факторів, що впливають на ефективність пасажирських перевезень до кількісної оцінки в реальному часі.

Для забезпечення високого конкурентного рівня маршрутного пасажирського транспорту необхідно:

підвищення швидкості перевезення маршрутних КТЗ за рахунок інтеграції ІТС, додаванням додаткових переваг у транспортних вузлах і розв'язках, виділення окремих смуг.

підвищення комфортності за рахунок оптимізації рівня завантаження маршрутних КТЗ та підвищення якості рухомого складу, впровадження безготівкової оплати проїзду.

#### **Висновки**

1. Запропоновано методику дослідження динамічних характеристик руху маршрутного КТЗ з можливості дистанційної передачі інформації в режимі реального часу в центри керування рухом в складі ІТС.

2. Визначено вплив завантаженості маршрутного КТЗ на динаміку.

3. Визначено швидкісні показники руху маршрутного КТЗ при спостереженні на протязі робочої зміни.

4. Досліджено вплив стану дорожнього покриття на швидкість руху на маршруті.

5. Досліджено вплив завантаженості ВДМ та роботи об'єктів керування дорожнім рухом на динаміку руху маршрутного КТЗ.

6. Наведені результати показали доцільність використання запропонованої методики для виявлення факторів, що негативно впливають на динаміку руху КТЗ та його експлуатаційні показники пасажирських перевезень в місті

#### **Бібліографічний список використаної літератури**

1. Рудзінський В.В. Інтелектуальні транспортні системи автомобільного транспорту (функціональні основи) / В.В. Рудзінський. – Житомир: ЖДТУ, 2012. – 96 с.

2. Дмитриченко М.Ф. Стратегічні напрямки розвитку автомобільного транспорту / М.Ф. Дмитриченко, А.М. Редзюк // ТАУ: 20 років. – К.:НТУ, 2012. – С.6-25.

3. Пасажирские автомобильные перевозки: учебник для вузов / В.А. Гудков [и др.].-М.: Телеком, 2004. – 448 с.

*Надійшла до редакції 19.05.2013 р.*

#### **Rudzinskiy V.V., Shumliakovskiy V.P. Исследование работы городских маршрутных транспортных средств как условие внедрения технологий интеллектуальных транспортных систем**

В статье приведен анализ работы маршрутных транспортных средств в городском режиме движения и его взаимодействия с другими участниками дорожного движения. Предложена методика исследования динамики движения колесного транспортного средства (КТС) категории  $M_2$  с целью выявления препятствий движению и их влияние на скорость и качество выполнения работы по перевозке пассажиров. Представлены результаты экспериментальных исследований динамики движения КТС по городскому маршруту в г. Житомире.

**Ключевые слова:** маршрутное колесное транспортное средство, динамика движения автомобиля, улично-дорожная сеть, интеллектуальные транспортные системы.

#### **Rudzinskiy V.V., Shumliakovskiy V.P. Investigation of of urban route vehicles as a condition for the implementation of intelligent transport systems technologies**

In the article the analysis of route vehicles in urban driving mode and its interaction with other road users. The method of research of the dynamics of motion vehicle category  $M_2$  to identify obstacles movement and their influence on the rate of speed and quality of performance for passengers. The results of experimental studies of the dynamics of the vehicles for urban routes in Zhytomyr.

**Keywords:** fixed-wheel vehicle, the dynamics of the vehicle, the road network, intelligent transport systems.