

Рябушенко¹ О.В., Наглюк¹ І.С.

¹ Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ВПЛИВ ОБМЕЖЕННЯ ШВИДКОСТІ НА ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОРОЖНЬОГО РУХУ В УМОВАХ ВЕЛИКОГО МІСТА

Досліджено швидкісний режим руху легкового автомобіля в умовах великого міста. Експериментальні дані були отримані в результаті обробки та аналізу GPS-треків автомобіля, що рухався в умовах м. Харкова із дотриманням практичних обмежень швидкості руху 60 км/год та 80 км/год. Це дозволило оцінити ступінь впливу обмежень швидкості на режим руху та такі показники ефективності дорожнього руху, як технічна швидкість та енергетичні показники.

Ключові слова: дорожній рух, обмеження швидкості, швидкість руху, технічна швидкість, шум прискорення.

Постановка проблеми.

Світовий досвід доводить, що одним із основних напрямків забезпечення якості організації дорожнього руху є впровадження ефективної системи управління швидкістю [1]. Найважливішим елементом цієї системи є раціональний вибір встановлених обмежень швидкості руху транспортних засобів.

З 2018 року набула чинності постанова Кабміну № 883 від 10.11.2017 щодо внесення зміни до Правил дорожнього руху, яка впровадила зменшення дозволеної швидкості руху в населених пунктах з 60 до 50 км/год. Також в планах Кабміну зменшення межі перевищення встановленої швидкості руху, за яке не передбачено адміністративної відповідальності (так звана «толерантність») з існуючих 20 км/год до 10% від величини обмеження швидкості [2]. Нажаль, задля обґрунтування доцільності таких змін не було проведено будь-якого техніко-економічного аналізу.

Якщо за основну мету нововведень мати наближення до стандартів ЄС, то слід зробити істотне зауваження. Для великих міст країн Західної Європи при загальному обмеженні швидкості руху 50 км/год характерним є наявність великої кількості зон з обмеженням швидкості 30 км/год та навіть 20 км/год. Але, за рахунок розвиненої мережі доріг з підвищеним швидкісним режимом, в цілому вдається досягти високих значень швидкості сполучення, в той час як у містах України магістральні вулиці та дороги безперервного руху відсутні. Тобто, в умовах України, зниження швидкісного режиму руху може негативно впливати на показники транспортного процесу перевезень.

Спираючись на вищезазначене, **метою роботи** було визначення впливу величини практичного обмеження швидкості руху автомобіля в умовах великого міста України на показники ефективності дорожнього руху.

Методика досліджень. В даний час з розвитком інформаційних технологій і технологій геопозиціонування для оцінки характеристик дорожнього руху можна використовувати метод аналізу GPS треків автомобілів. Використання даних GPS треків навігаційного обладнання транспортних засобів дозволяє здійснювати оцінку і контроль якості організації дорожнього руху в режимі реального часу і при цьому значно знизити трудомісткість досліджень.

Для проведення експериментальних досліджень на вулично-дорожній мережі (ВДМ) міста Харкова проводився аналіз GPS треків легкового автомобіля (седан класу В з двигуном робочим об'ємом 1,8 см³) при русі його в якості їздовий лабораторії в транспортному потоці. Для запису GPS треків використовувався навігатор марки Pioneer PI-5730 та програма GPS-позиціонування Navitel. Запис треків проводилася в форматі *.gpx, для розкодування використовувалося програмне забезпечення GPS Track Editor.

В результаті отримувався масив даних, де з інтервалом в одну секунду були записані такі параметри як: дата та час запису; час з моменту початку запису (гг:хв:сек); миттєва швидкість руху (км/год); відстань, пройдена за один шаг запису (м); накопичена відстань з моменту початку запису (км); лінійне прискорення (м/с²). Файл з даними експортувалися в формат *.exl для подальшої обробки.

Результати досліджень. В якості експериментальних були обрані три маршрути в межах міста Харкова, початковими і кінцевими точками яких були відповідно: перетин окружної автомобільної дороги і вулиці Проспект Московський на в'їзді в місто Харків, та Харківський національний автомобільно-дорожній університет (за адресою вулиця Ярослава Мудрого, 25). Таке розташування

кінцевих пунктів відповідає типовому маршруту трудової поїздки від периферійного району (селітебної зони) до центральної ділової частини міста та дозволяє дослідити режим руху автомобіля в різних частинах ВДМ міста. Проведення досліджень на трьох альтернативних маршрутах дозволяє зменшити вплив особливостей окремих ділянок ВДМ міста та підвищити достовірність отриманих результатів.



Рис. 1. Схема розташування експериментальних маршрутів на карті міста

За для забезпечення достовірності результатів за кожним з маршрутів було виконано не менше п'яти їздок в прямому та зворотному напрямку. Дослідження проводилися протягом жовтня, листопаду та грудня 2017 року у будні дні тижня у проміжку часу між 10.00 та 16.00 годинами. Автомобіль виконував не більше двох їздок (у прямому та зворотному напрямку) за день. Якщо в процесі руху виникали значні затримки руху з причин, не пов'язаних з організацією дорожнього руху (ДТП, проведення дорожніх робіт, тощо), результати цих їздок не враховувалися.

Рух за експериментальними маршрутами відбувався поперемінно у двох режимах:

- із дотриманням вимог Правил дорожнього руху щодо обмежень швидкості в межах населених пунктів 60 км/год («Режим 60»);
- з використанням «толерантності», тобто з дотриманням практичного обмеження швидкості 80 км/год («Режим 80»).

Окрім швидкісного режиму в процесі руху виконувалися всі вимоги Правил дорожнього руху стосовно правил маневрування, сигналів світлофора та надання переваги в русі.

Обсяг вибірки для першого режиму руху склав 16 їздок, для другого – 18 їздок. В результаті статистичної обробки були отримані середні значення технічної швидкості руху для двох варіантів практичного обмеження швидкості (табл. 2).

Таблиця 2. Результати аналізу масиву даних технічних швидкостей на маршрутах

Режим руху	«Режим 60»	«Режим 80»
Середнє	27,48	32,73
Медіана	28,10	32,84
Стандартне відхилення	3,57	5,04
Мінімум	21,77	22,90
Максимум	34,30	41,85
Рівень надійності (95,0%)	1,90	2,50

Таким чином, було встановлено, що для обраних експериментальних маршрутів при дотриманні вимог Правил (обмеження 60 км/год) середня технічна швидкість складала 27,5 км/год. У

разі використання толерантності (обмеження 80 км/год) середня технічна швидкість склала 32,7 км/год. Тобто, зменшення обмежень швидкості в межах міста на 20 км/год призводить до зменшення технічної швидкості на 5,2 км/год.

Наглядною характеристикою процесу руху автомобіля можуть бути графіки зміни швидкості в координатах відстані або часу руху. На рис. 2 у якості прикладу наведено графік зміни швидкості руху на початку маршруту №1 для двох режимів руху.

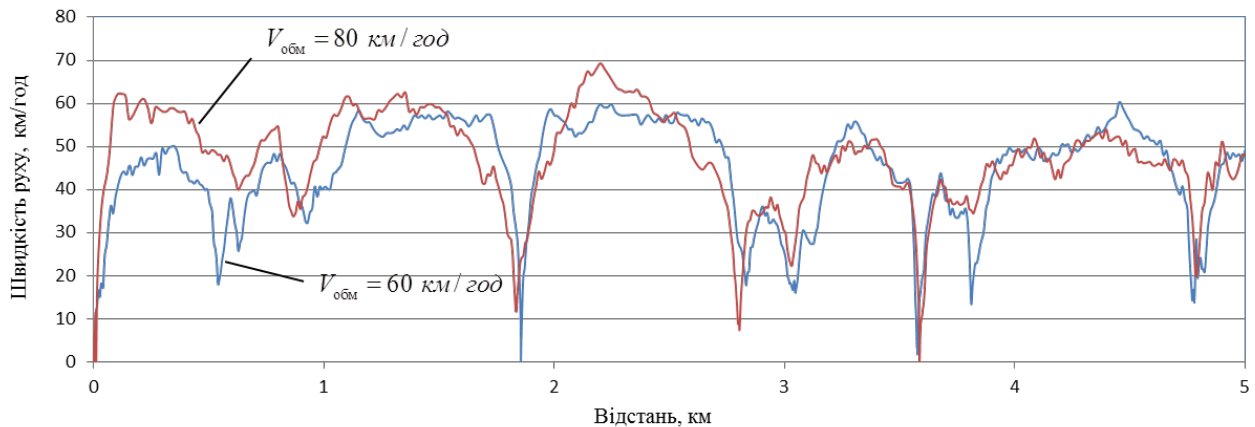


Рис. 2. Графік зміни швидкості руху автомобіля по довжині маршруту

Аналізуючи отримані графіки можна побачити, що під час руху автомобіля спостерігаються значні коливання швидкості руху, особливо в центральній частині міста. Також діаграми в координатах «відстань-швидкість», побудовані для більш коротких ділянок маршруту дозволяють виявити вузькі місця на ВДМ міста, де відбувається зниження швидкості руху транспортного потоку. Також можна побачити, що більш стабільним режим руху автомобіля є на периферійних районах міста, в той час як в межах центральній частині міста спостерігаються значні коливання швидкості.

Для оцінки якості дорожнього руху також широко застосовуються енергетичні критерії: шум прискорення, градієнт швидкості, градієнт енергії [3]. За зазначеними показниками оцінюють основні властивості дорожнього руху - стабільність режиму руху і затримки руху.

В результаті обробки даних GPS треків можна розрахувати важливі показники якості організації дорожнього руху в місті Харків. Перш за все, такі показники як швидкість сполучення, коефіцієнт використання швидкості, темп руху, питомий час в русі, питомий час простою, шум прискорення, градієнт швидкості, градієнт енергії. Середні значення показників за результатами 34-х їздок експериментального автомобіля для двох режимів руху за трьома маршрутами міста наведені в таблиці 3.

Таблиця 3. Порівняльні результати оцінки характеристик якості дорожнього руху в місті Харків

Назва критерію, та одиниці виміру	Розрахункова залежність	Позначення	Результати розрахунків	
			Режим 60	Режим 80
Швидкість сполучення, км/год	$V_c = \frac{60 \cdot \sum_{i=1}^n V_{ci}}{n}$	V_{ci} - швидкість сполучення для для i -го треку, км./год.; n - кількість треків.	27,5	32,7
Коефіцієнт використання швидкості	$K_v = \frac{V_c}{V_o}$	V_o - дозволена на швидкість, км/год.	0,44	0,56
Темп руху, хв./км	$T = \frac{1}{V_c}$	V_c - швидкість сполучення, км/год	2,18	1,74
Питомий час в русі, хв./км	$T_r = \frac{1}{V_r}$	V_r - середня швидкість у русі (швидкість руху не менша за 5 км/год), км/год	1,68	1,416

Продовження таблиці 3

Назва критерію, та одиниці виміру	Розрахункова залежність	Позначення	Результати розрахунків	
			Режим 60	Режим 80
Питомого часу простою, хв/км	$T_s = \frac{\sum t_s}{L_m}$	$\sum t_s$ - сумарна тривалість інтервалів простою, хв; L_m - довжина маршруту, км	0,57	0,34
Шум прискорення, м/с ²	$\sigma_a = \sqrt{\frac{1}{t_p} \cdot \int_0^{t_p} (j_i - \bar{j}_i)^2 dt}$	j_i - прискорення, м/с ² ; t_p - час руху, с; dt - проміжок часу між двома вимірами, с.	0,897	0,845
Гradient швидкості, с ⁻¹	$G_v = \frac{\sigma_a}{V_c}$	V_c - швидкість сполучення на маршруті, м/с.	0,0337	0,0247
Гradient енергії, м/с ²	$G_E = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (j_i \cdot V_i - \bar{j}_i \cdot \bar{V}_i)^2}$	$j_i \cdot V$ - твір прискорення та швидкість на маршруті, м ² /с ³ .	0,792	0,845

Результати розрахунків дозволяють стверджувати, що зниження практичного обмеження швидкості руху призводить до зниження таких показників якості організації дорожнього руху, як швидкість сполучення, коефіцієнт використання швидкості, темп руху, питомий час в русі а також енергетичних критеріїв. Це, в свою чергу, може впливати на показники транспортного процесу перевезень в межах міста. Питання про ступінь його впливу потребує подальших досліджень.

Висновки. За результатами експериментальних досліджень було встановлено, що зменшення практичного обмеження швидкості руху з 80 км/год до 60 км/год в межах міста призводить до зменшення технічної швидкості на 5,2 км/год. Також зменшуються такі показники якості дорожнього руху, як коефіцієнт використання швидкості, темп руху, час в русі, питомий час простою, шум прискорення, gradient швидкості, gradient енергії.

1. Управление скоростью: Руководство по безопасности дорожного движения для руководителей и специалистов / Женева, Глобальное партнерство дорожной безопасности, 2008. – 164 р.
2. Стратегія підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2020 року. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/481-2017-p>
3. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими / Д. Дрю. М.: Транспорт, 1972. – 424 с.

REFERENCES

1. Speed control: Traffic Safety Manual for executives and epecialists. [Upravleniye skorostyu: Rukovodstvo po bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya dlya rukovoditeley i spetsialistov] (2008). Geneva, Global road safety partnership [in Russian]
2. Strategy for increasing the level of road safety in Ukraine up to 2020 [Stratehiia pidvyshchennia rivnia bezpeky dorozhnoho rukhu v Ukraini na period do 2020 roku]. (n.d.). [zakon2.rada.gov.ua](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/481-2017-p). Retrieved from <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/481-2017-p> [in Ukrainian].
3. Drew D. (1972). Traffic flow theory and control [Теория transportnykh potokov i upravleniye imi]. Donald R. Drew.: Transport [in Russian]

Рябушенко А.В., Наглюк І.С. Влияние ограничения скорости на показатели эффективности дорожного движения в условиях большого города.

Исследован скоростной режим движения легкового автомобиля в условиях большого города. Экспериментальные данные были получены в результате обработки и анализа GPS-треков автомобиля, который двигался в условиях г. Харькова с соблюдением практических ограничений скорости движения 60 км/ч и 80 км/ч. Это позволило оценить степень влияния ограничений скорости на режим движения и такие показатели эффективности дорожного движения, как техническая скорость и энергетические показатели.

Ключевые слова: дорожное движение, ограничение скорости, скорость движения, техническая скорость, шум ускорения.

Ryabushenko A., Naglyuk I. Effect of speed limits on traffic efficiency in a large city.

The speed mode of the car in a large city was investigated. The experimental data were obtained as a result of processing and analysis of the GPS tracks of the car, which moved in the conditions of Kharkov with observance of the practical speed limits of 60 kph and 80 kph. This allowed us to assess the degree of influence of speed limits on traffic conditions and traffic efficiency indicators, such as technical speed and energy indicators of traffic.

Keywords: traffic, speed limit, speed, technical speed, acceleration noise.

АВТОРИ:

РЯБУШЕНКО Олександр Васильович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри «Організації та безпеки дорожнього руху», Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: ravussr79@gmail.com

НАГЛЮК Іван Сергійович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Організації та безпеки дорожнього руху», Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: isnagluk@ukr.net

АВТОРЫ:

РЯБУШЕНКО Александр Васильевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Организации и безопасности дорожного движения», Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: ravussr79@gmail.com

НАГЛЮК Иван Сергеевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Организации и безопасности дорожного движения», Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: isnagluk@ukr.net

AUTHORS:

Oleksandr RIABUSHENKO, PhD. in Engineering, Assoc. Professor of Department of Organization and safety of traffic, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: ravussr79@gmail.com

Ivan NAHLIUK, Doctor of Science in Engineering, Professor, Head of Department of Organization and safety of traffic, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: isnagluk@ukr.net

Стаття надійшла в редакцію 27.04.2018 р.