

## ВПЛИВ ШВИДКІСНОГО РЕЖИМУ НА ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

О.В. Рябушенко<sup>1</sup>, І.С. Наглюк<sup>2</sup>

<sup>1</sup>к.т.н., доцент кафедри «Організації та безпеки дорожнього руху»,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна,  
ORCID ID: 0000-0002-8415-5733

<sup>2</sup>д.т.н., професор кафедри «Організації та безпеки дорожнього руху»,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна,  
ORCID ID: 0000-0001-9411-4479

### Анотація

**Вступ.** Головним завданням функціонування автомобільного транспорту є задоволення потреби громадян та господарств в перевезеннях із забезпеченням достатнього рівня ефективності цього процесу. Разом з тим, найбільші ризики для здоров'я та життя людини, а також актуальні екологічні проблеми пов'язані з дорожнім рухом. В найбільшій мірі ця двоякість проявляється при виборі швидкісного режиму руху. Прагнення до економії часу поїздки часто призводить до перевищення встановленого обмеження швидкості, що негативно впливає на безпеку дорожнього руху. Тому актуальним є дослідження впливу швидкісного режиму на ефективність транспортного процесу. **Мета.** Метою даного дослідження ставилося проаналізувати вплив швидкісного режиму на показники ефективності дорожнього руху на типових ділянках доріг за межами міста. **Результати.** Для реалізації поставленої мети було проведено аналіз руху легкового автомобіля на двох маршрутах, що проходили по ділянках доріг з різними дорожніми умовами. По кожному маршруту автомобіль рухався у трьох режимах обмеження швидкості, що становили 90, 110 та 130 км/год. В результаті обробки GPS треків руху автомобіля були проаналізовані розподіли миттєвих швидкостей та побудовані гістограми руху в координатах «час руху – відстань» та «відстань – швидкість». Для кожного з режимів обмеження швидкості були розраховані значення середньої технічної швидкості та часу сполучення на маршруті, а також показники якості умов руху, зокрема шум прискорення та градієнт енергії. **Висновки.** В результаті проведення експериментальних досліджень було встановлено, що підвищення швидкісного режиму на ділянці двосмугової дороги за межами міста при фактично існуючому рівні завантаженості рухом не призводить до покращення показників ефективності транспортного процесу. Для ділянок доріг із розділювальною смугою при підвищенні швидкісного режиму спостерігається пропорційне збільшення середньої технічної швидкості, що дозволяє очікувати підвищити техніко-експлуатаційні показники транспортного процесу. Для обох типів доріг підвищення швидкісного режиму призводить до зменшення стабільності руху, що виражається у зростанні шуму

*прискорення та градієнт енергії. Цей фактор може негативно впливати на безпеку дорожнього руху та привести до погіршення умов праці водія.*

**Ключові слова:** *дорожній рух, середня технічна швидкість, швидкість руху, обмеження швидкості, дорожні умови, показники ефективності.*

## INFLUENCE OF SPEED MODE ON TRAFFIC EFFICIENCY INDICATORS

**O.V. Ryabushenko<sup>1</sup>, I.S. Nahliuk<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>PhD, Associate Professor, Associate Professor  
of the Department of “Traffic Management and Road Safety”,  
Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine,  
ORCID ID: 0000-0002-8415-5733

<sup>2</sup>Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor  
of the Department of “Traffic Management and Road Safety”,  
Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine,  
ORCID ID: 0000-0001-9411-4479

### **Summary**

**Introduction.** *The main task of the operation of road transport is to meet the needs of citizens and businesses in transportation while ensuring a sufficient level of process efficiency. At the same time, the greatest risks to human health and life, as well as current environmental problems, are related to road traffic. To the greatest extent, this duality is manifested when choosing a high-speed mode of movement. The desire to save travel time often leads to exceeding the established speed limit, which negatively affects road safety. Therefore, the study of the influence of the speed regime on the efficiency of the transport process is relevant. Goal. The purpose of this study was to analyze the influence of the speed regime on traffic efficiency indicators on typical road sections outside the city. The results. In order to realize the set goal, an analysis of the movement of a passenger car was carried out on two routes passing through sections of roads with different road conditions. On each route, the car moved in three speed limit modes, which were 90, 110 and 130 km/h. As a result of the GPS processing of car movement tracks, instantaneous speed distributions were analyzed and movement histograms were constructed in the "movement time – distance" and "distance – speed" coordinates. For each of the speed limit modes, the values of the average technical speed and connection time on the route were calculated, as well as indicators of the quality of traffic conditions, in particular, acceleration noise and energy gradient. Conclusions. As a result of conducting experimental studies, it was established that increasing the speed regime on a section of a two-lane road outside the city limits at the actual existing level of traffic congestion does not lead to an improvement in the efficiency of the transport process. For sections of roads with a dividing strip, when the speed regime is increased, a proportional increase in the average technical speed is observed, which allows us to expect an increase in the technical and operational indicators of the transport process. For both types of roads, increasing the speed regime leads to a decrease in traffic stability, which is expressed in an increase in acceleration noise and an energy gradient. This factor can negatively affect road traffic safety and lead to deterioration of the driver's working conditions.*

**Key words:** *road traffic, average speed, actual speed, speed limit, road conditions, performance indicator.*

**Вступ.** Головним ефектом від використання автомобільного транспорту можна вважати економію часу при доставці вантажів та пасажирів, що забезпечується у першу чергу достатньо високими значеннями швидкості сполучення на маршрутах. Це обумовлює загальне прагнення учасників транспортного процесу до забезпечення високих середніх швидкостей руху транспортних засобів на всіх ділянках маршруту. Так само як і при здійсненні особистої поїздки, прагнення до економії часу змушує водія рухатися з найбільшою швидкістю, яку допускають дорожні або транспортні умови та з урахуванням встановлених обмежень швидкісного режиму. Цей фактор негативно впливає на безпеку дорожнього руху, оскільки те, що збільшення швидкості призводить до зростання як ймовірності ДТП, так і тяжкості наслідків події є загальновідомим фактом.

Недооцінка небезпеки підвищеного швидкісного режиму під час здійснення поїздки разом із переоцінкою ефекту економії часу заважає як водіям так і перевізникам обирати оптимальні режими руху з урахуванням усіх факторів. Тому дослідження впливу швидкісного режиму на показники ефективності руху на різних ділянках автомобільних доріг є актуальним завданням.

**Постановка проблеми.** Однією з причин перевищення безпечної швидкості водіями транспортних засобів є природне прагнення всіх учасників транспортного процесу до підвищення його ефективності, що виражається у збільшенні швидкості сполучення та зменшення часу поїздки. Рух з підвищеною швидкістю на окремих ділянках маршруту дійсно може дати ефект, що полягає у збільшенні середньої технічної швидкості та швидкості сполучення, але на відносну його величину значно впливають дорожні та транспортні умови руху на конкретному маршруті. Це обумовлює додаткові ризики для безпеки дорожнього руху на міжміських дорогах.

Нехтування ризиками для безпеки дорожнього руху при виборі швидкісного режиму в значній мірі обумовлено суб'єктивним сприйняттям водіями миттєвої швидкості руху та впливу цього фактору на остаточні результати поїздки за певним маршрутом. Тому проблема забезпечення безпеки руху стає соціально-психологічною – переконати водіїв рухатися в рамках дозволених швидкісних обмежень.

Якщо значення середньої технічної швидкості та часу сполучення є усередненими показниками поїздки, то рівень комфорту та безпеки характеризується показниками стабільності режиму руху, які не можуть бути оцінені безпосередньо, але в певній мірі впливають на умови праці водію. Кількісно цей фактор може бути оцінений так званими енергетичними критеріями дорожнього руху, такими, як шум прискорення, градієнт швидкості, градієнт енергії.

Наявність достовірних даних про вплив швидкісного режиму на показники ефективності та якості дорожнього руху на ділянках доріг різних типів також сприятиме удосконаленню системи управління швидкістю руху транспортних засобів шляхом більш раціонального та обгрунтованого підходу до встановлення обмежень швидкості. У зв'язку із зазначеним, метою даного дослідження

ставилося проаналізувати вплив швидкісного режиму на показники ефективності дорожнього руху на дорогах за межами міста.

**Аналіз публікацій за темою дослідження.** Класичними дослідженнями, що показують зв'язок між швидкості руху і ризиком ДТП можна вважати роботи [1, 2]. Також відомо, що перевищення швидкості є обтяжуючою фактором виникнення травм і смертей у всіх видах ДТП [3]. В роботі [4] вказується, що у країнах, що розвиваються, перевищення допустимої швидкості є причиною 30% ДТП зі смертельними наслідками.

Відомо, що на фактичний швидкісний режим впливають фактор водія, характеристики транспортного засобу, дорожні та транспортні умови. Основними показниками впливу характеристик транспортного засобу на перевищення швидкості руху є енергоозброєність і міра конструктивної досконалості автомобілів [5]. З боку водія на перевищення швидкості впливають фактори цілей поїздки, наявність пасажирів а також гендерний фактор [6]. В роботах [7, 8] у якості причини перевищення швидкісного режиму відзначається психологічна непогодженість водія з встановленими обмеженнями швидкості. З боку транспортних умов, відомо, що збільшення рівня завантаженості дороги призводить до зниження швидкісного режиму [9].

Відомі роботи, в яких аналізується вплив обмеження швидкості на показники ефективності дорожнього руху [10, 11]. Якщо швидкісний режим руху на міських маршрутах в основному залежить від рівня завантаження доріг та параметрів регулювання дорожнього руху, в умовах міжміського руху зменшення часу сполучення може бути досягнене в більшій мірі саме за рахунок підвищення швидкісного режиму руху. В роботі [12] відзначається, що оптимальний режим обмеження швидкості не приводить до зростання часу сполучення, а на швидкісних магістралях ефективність транспортного процесу може бути підвищена за рахунок збільшення обмеження швидкості. Дослідження впливу перевищення швидкості на показники ефективності руху в умовах великого українського міста показали незначний вплив цього фактору на швидкість сполучення при погіршенні енергетичних критеріїв якості транспортного процесу [13].

**Описання методики дослідження.** Оцінка швидкісного режиму руху на ділянках автомобільних доріг є достатньо розповсюдженим завданням при проведенні експериментальних досліджень в сфері організації дорожнього руху. В будь-якому разі такі дослідження зводяться до вимірювання швидкості окремого автомобіля.

Для проведення експериментальних досліджень з метою визначення технічної швидкості руху на ділянках доріг поза межами міста було вирішено використовувати метод аналізу GPS треків автомобіля при його русі в якості їздовий лабораторії в транспортному потоці. Дослідження проводилися на легковому автомобілі типу седан з двигуном робочим об'ємом 1,8 см<sup>3</sup>. Для запису GPS треків використовувався навігатор марки Pioneer PI-5730 та програма GPS-позиціонування Navitel.

В якості експериментальних маршрутів були обрані дві ділянки на дорозі міжнародного значення М-03 Київ-Харків-Довжанський поблизу міста Харкова (рис. 1). Маршрут №1: ділянка окружної дороги від розв'язки з вул. Харківське шосе до АЗС «ОККО». Довжина маршруту – 22,96 км. Маршрут №2: ділянка від

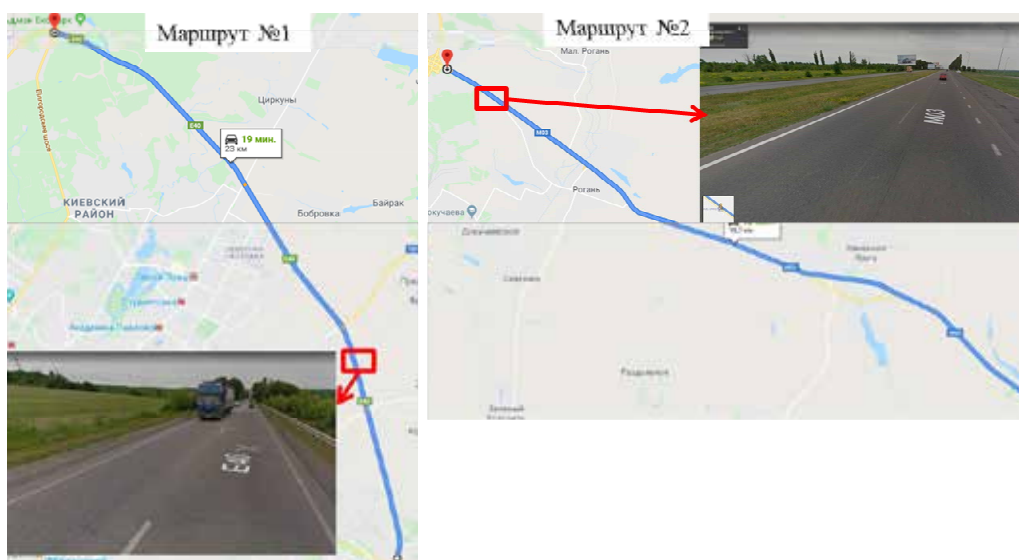


Рис. 1. Розташування обраних експериментальних маршрутів

поста поліції на виїзді з міста Харкова до стели з літаком МІГ-21 на в'їзді в місто м. Гугуїв. Довжина маршруту – 18,77 км.

Ділянка маршруту №1 мала двосмугову проїзну частину (по одній смузі у кожному напрямку) із додаванням додаткової смуги на окремих ділянках. На маршруті №2 дорога мала розділювальну смугу, тому майже на всьому протязі рух відбувався по двосмуговій проїзній частині в умовах однобічного руху. Обрані ділянки маршрутів можна вважати типовими для доріг за межами населених пунктів, що дозволяє оцінити вплив типу дороги на режим руху.

По кожному з маршрутів експериментальні поїздки відбувалися в однакових умовах, в робочі дні тижня з 10 до 12 години. В процесі руху не виникало додаткових затримок з причин, не пов'язаних з організацією дорожнього руху.

Рух за кожним з маршрутів відбувався поперемінно у трьох прийнятих режимах обмеження швидкості руху, яких за умов експерименту мав дотримуватися водій: 90 км/год, 110 км/год, 130 км/год. Оскільки маршрут № 2 проходив через 2 населені пункти (с.м.т. Велика Рогань та с.м.т. Кам'яна Яруга) на цих ділянках водій дотримувався обмеження швидкості 70 км/год, як і переважна більшість водіїв, що користуються толерантністю до встановленого в населених пунктах обмеження швидкості. Окрім швидкісного режиму в процесі руху виконувалися всі вимоги Правил дорожнього руху.

Під час кожної поїздки записувався GPS трек руху автомобіля. Далі за допомогою програми GPS Track Editor трек розшифровувався та представлявся у вигляді сукупності строк даних, подальша обробка яких виконувалася в програмі Excel.

Результати дослідження. В результаті обробки GPS треків руху автомобіля за експериментальними маршрутами отримувалися значення миттєвої швидкості руху з інтервалом 1 с. Така точність запису швидкості дозволяє відстежувати найменші коливання режиму руху та фіксувати затримки та простої, що виникають під час поїздки.

Результати статистичної обробки масивів даних миттєвої швидкості руху у кожному з режимів руху наведено в таблицях 1 та 2.

Таблиця 1

**Результати обробки масивів даних миттєвої швидкості на маршруті №1**

Статистична характеристика розподілу	Режим обмеження швидкості		
	90 км/год	110 км/год	130 км/год
Середнє значення	72,36	79,38	72,91
Медіана	78,85	83,10	71,40
Мода	85,70	85,50	55,10
Дисперсія	260,49	245,66	383,57
Мінімальне значення	18,30	5,60	0,00
Максимальне значення	93,70	102,90	115,90

Таблиця 2

**Результати обробки масивів даних миттєвої швидкості на маршруті №2**

Статистична характеристика розподілу	Режим обмеження швидкості		
	90 км/год	110 км/год	130 км/год
Середнє значення	82,48	94,03	107,88
Медіана	85,50	102,80	117,40
Мода	86,40	106,70	127,40
Дисперсія	79,88	290,63	560,56
Мінімальне значення	16,40	29,20	14,90
Максимальне значення	97,40	115,80	132,10

Можна побачити, що на маршруті №1 нерівномірність розподілення значень миттєвої швидкості є більш нерівномірним порівняно з маршрутом №2. Причиною такого розподілення є те, що в умовах порівняно більшого рівня завантаження дороги на маршруті №1, водій був змушений зменшувати швидкість руху на окремих ділянках. Тоді як умови руху на маршруті №2 дозволяли майже в повній мірі реалізовувати встановлений умовами експерименту швидкісний режим.

Відмінності фактичних режимів руху на обох маршрутах можна наочно проілюструвати за допомогою діаграмми в координатах «час руху – відстань» та «відстань – швидкість» (рис. 2, 3).

Можна побачити, що під час руху по ділянці №1 спостерігаються значні коливання швидкості. Це пов'язано з наявністю перешкод з боку іншого транспорту в умовах порівняно більшого рівня завантаженості дороги та необхідності виконувати обгін інших ТЗ. При цьому на значній частині окружної дороги обгін був заборонений та водій був змушений рухатися зі швидкістю транспортного потоку. В місцях розташування перехресть відбувалися додаткові втрати часу, пов'язані з регулюванням дорожнього руху.

На ділянці №2 швидкісний режим є більш стабільним та майже відсутні змушені зниження швидкості під час руху. Такі результати обумовлені умовами переважно одностороннього руху двосмуговою проїзною частиною, що зменшувало рівень завантаженості дороги рухом та дозволяло водію в повній мірі реалізовувати прийнятний швидкісний режим.

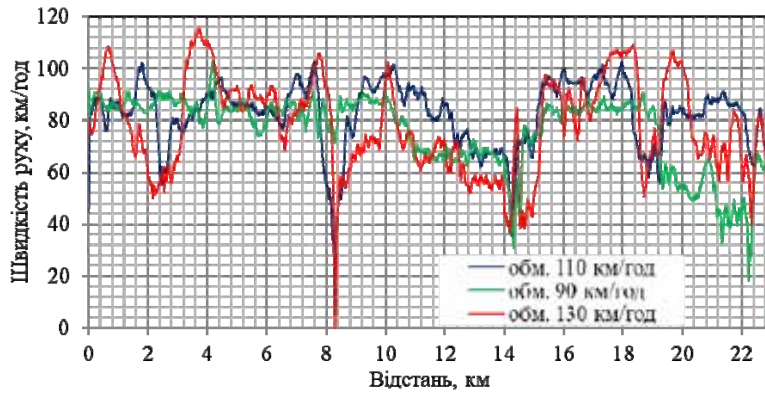
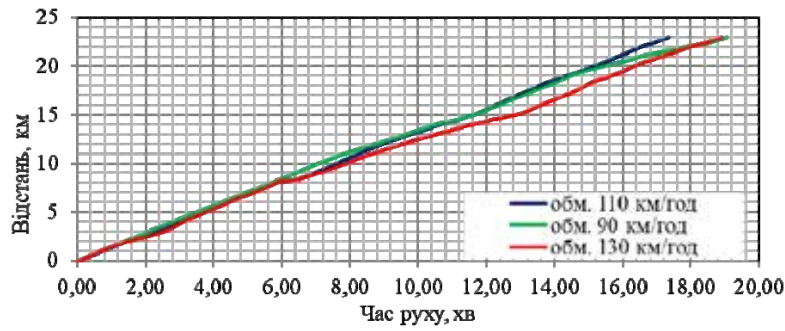


Рис. 2. Діаграми руху для маршруту №1

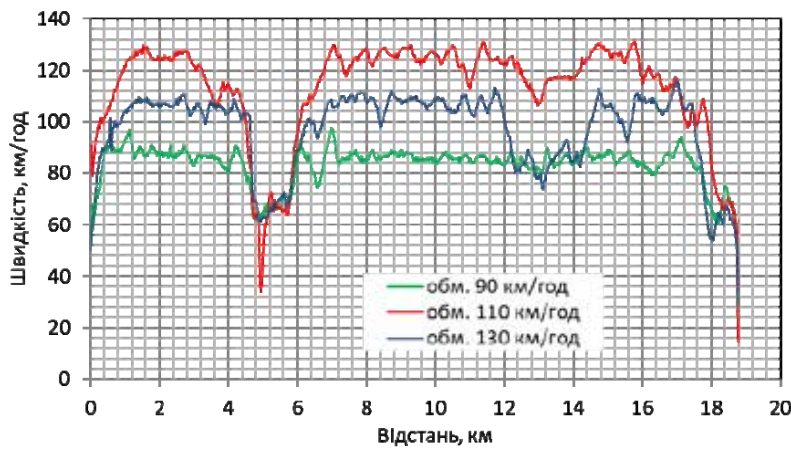
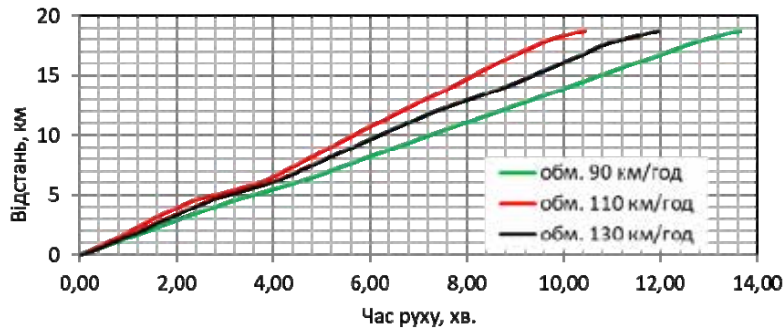


Рис. 3. Діаграми руху для маршруту №2

Можна констатувати що рух в умовах підвищеного обмеження швидкості майже не впливав на результати поїздки автомобіля за маршрутом №1. На відміну від маршруту № 2, де очевидна різниця у режимах руху в залежності від обраного обмеження швидкості.

Безперервна фіксація режиму руху автомобіля під час досліджень дозволяє визначити ряд важливих показників якості організації дорожнього руху на експериментальних маршрутах за умови різних обмежень швидкості руху. Такими показниками були обрані середня технічна швидкість, темп руху, питомий час в русі, шум прискорення, градієнт енергії. Результати розрахунків зазначених показників та використані розрахункові залежності наведені в таблиці 3.

В наведених в таблиці 3 розрахункових залежностях використані наступні умовні позначення:  $V_{mi}$  – миттєва швидкість для  $i$ -го секундного інтервалу, км./год.;  $n$  – кількість інтервалів;  $L_m$  – довжина маршруту, км;  $V_r$  – середня швидкість у русі, км/год (обиралися інтервали зі швидкістю не менше 5 км/год);  $j_t$  – миттєве прискорення, м/с<sup>2</sup>;  $T$  – час руху, с;  $j_t \cdot V$  – твір прискорення та швидкості на інтервалі, м<sup>2</sup>/с<sup>3</sup>.

Аналізуючи отримані результати можна зазначити, що для маршруту №1 підвищення обмеження швидкості майже не приводить до зміни таких показників ефективності транспортного процесу, як середня технічна швидкість, темп руху, час сполучення (рис. 4). При цьому спостерігається зростання шуму

Таблиця 3

**Порівняльні результати оцінки характеристик якості руху на маршрутах для різних значень обмеження швидкості**

Показник	Розрахункова залежність	Розрахункові значення показники режиму руху					
		Для маршруту №1 при обмеженні швидкості			Для маршруту №2 при обмеженні швидкості		
		90 км/год	110 км/год	130 км/год	90 км/год	110 км/год	130 км/год
Середня технічна швидкість, км/год	$\bar{V}_T = \frac{\sum_{i=1}^n V_{mi}}{n}$	72,35	79,4	72,9	82,5	94,1	107,9
Час сполучення, хв.	$t_c = \frac{60 \cdot L_m}{V_T}$	19,05	17,35	18,90	13,65	11,97	10,43
Темп руху, хв./км	$T = \frac{1}{V_c}$	0,829	0,756	0,823	0,727	0,638	0,556
Питомий час в русі, хв./км	$T_r = \frac{1}{V_r}$	0,831	0,756	0,820	0,728	0,637	0,557
Шум прискорення, м/с <sup>2</sup>	$\sigma_a = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T (j_t - \bar{j}_t)^2 dt}$	0,5005	0,6177	0,6344	0,4375	0,5634	0,5879
Градієнт енергії, м/с <sup>2</sup>	$G_E = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (j_i \cdot V_i - \bar{j}_i \cdot \bar{V}_i)^2}$	0,5024	0,6177	0,6359	0,4405	0,5633	0,5879



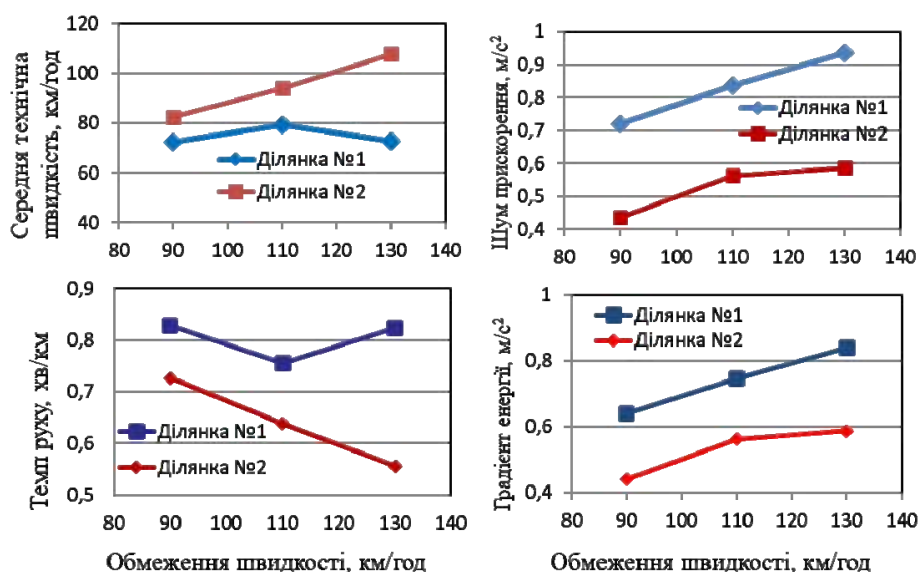


Рис. 4. Зміна показників руху на маршрутах в залежності від обраного обмеження швидкості

прискорення та градієнту енергії, що характеризує в тому числі ускладнення умов праці водія.

Стосовно результатів досліджень для маршруту №2 можна зазначити, що підвищення швидкісного режиму призводить до деякого покращення показників ефективності транспортного процесу, що виражається у пропорційному збільшенні середньої технічної швидкості та зменшенні темпу руху та часу сполучення (рис. 4). Також спостерігається зростання шуму прискорення та градієнту енергії, хоча абсолютні значення цих показників виявляються значно меншими, ніж для маршруту №1.

**Висновки.** В результаті дослідження було встановлено, що підвищення швидкісного режиму на ділянці двосмуговою дороги за межами міста при фактично існуючому рівні завантаженості рухом не призводить до покращення показників ефективності транспортного процесу. Можна сказати, що фактичні значення середньої технічної швидкості та часу сполучення для таких ділянок доріг мають випадковий характер та залежать від дорожніх та транспортних умов на момент здійснення поїздки, тому перевищення встановленої Правилами швидкості руху не може бути виправдано прагненням до підвищення ефективності транспортного процесу.

Для ділянок доріг із розділювальною смугою можна констатувати, що при підвищенні швидкісного режиму спостерігається пропорційне збільшення середньої технічної швидкості, що потенційно дозволить покращити техніко-експлуатаційні показники транспортного процесу.

Для обох типів доріг підвищення швидкісного режиму призводить до зменшення стабільності режиму руху, що виражається у зростанні шуму прискорення та градієнту енергії. Цей фактор може негативно впливати на безпеку дорожнього руху.

Дані про зміну шуму прискорення та градієнт енергії в залежності від швидкісного режиму в реальних умовах руху на різних ділянках доріг могли б лягти в основу розробки концепції управління швидкістю руху транспортних потоків. Ключовим елементом такої концепції були б рекомендації по встановленню обмежень швидкості руху на ділянках автомобільних доріг, які б дозволяли збільшити показники ефективності транспортного процесу та водночас забезпечували прийнятний рівень безпеки дорожнього руху.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Letty Aarts, Ingrid van Schagen. Driving speed and the risk of road crashes: A review. *Accident Analysis and Prevention*, 38. 2005. P. 215–224.
2. CN. Kloeden, G. Ponte, J. McLean. Travelling speed and risk of crash involvement on rural roads. *Road safety research report (Australian Transport Safety Bureau)*. 2001. CR 204. ISBN: 0642255687
3. Finch D.J. Speed, speed limits and accidents. *Crowthorne, Transport Research Laboratory*. 1994. No 32. PR 58. ISSN: 0968-4093
4. W. Odero, P. Garner, A. Zwi. Road traffic injuries in developing countries: a comprehensive review of epidemiological studies. *Tropical Medicine and Int. Health*. 1997. Vol. 2. P. 445–460. Doi:10.1111/j.1365-3156.1997.tb00167.x
5. Chao Gao, Jinliang Xu, Xingli Jia, Yaping Dong, Han Ru. Influence of Large Vehicles on the Speed of Expressway Traffic Flow. *Advances in Civil Engineering*. 2020. Volume 4. Doi: 10.1155/2020/2454106
6. Richard Tay, Philip Champness, Barry Watson. Personality and speeding: Some policy implications. *IATSS Research*. 2003. Vol. 27, Issue 1, P. 68–74. Doi: 10.1016/S0386-1112(14)60060-1
7. B. N. Fildes, S. J. Lee. The speed review: road environment, behaviour, speed limits, enforcement and crashes. *Tech. Rep., Federal Office of Road Safety, Department of Transport and Communications, Canberra, Australia*. 1993, Report CR127.
8. Y. M. Lee, S. Y. Chong, K. Goonting, E. Sheppard. The effect of speed limit credibility on drivers' speed choice. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. 2017. Vol. 45. P. 43–53. Doi: 10.1016/j.trf.2016.11.011
9. Francesc Soriguera, Irene Martínez, Marcel Sala, Mónica Menéndez. Effects of low speed limits on freeway traffic flow. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. 2017. Vol. 77. P. 257–274. Doi: 10.1016/j.trc.2017.01.024
10. Shigeru Morichi, Soichiro Masuda, Surya Raj Acharya, Naohiko Hibino. Cost benefit analysis of speed limit regulation for highways in Japan. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*. 2005. Vol. 6. P. 1008 – 1020. Doi: 10.11175/easts.6.1008
11. Kay Fitzpatrick, Brian Shamburger, Dan Fambro. Design Speed, Operating Speed, and Posted Speed Survey. *Transportation Research Record*:

- Journal of the Transportation Research Board*. 2019. Volume: 1523, issue: 1. P. 55–60. Doi: 10.1177/0361198196152300107
12. Shuaian Wang. Efficiency and equity of speed limits in transportation networks. *Transportation Research. Part C: Emerging Technologies*. 2013. Volume: 32. P. 61–75. Doi:10.1016/j.trc.2013.04.003.
13. Рябушенко О.В., Наглюк І.С. Вплив обмеження швидкості на показники ефективності дорожнього руху в умовах великого міста. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал*. 2017. №1(10). С. 97–101.

### REFERENCES

1. Letty Aarts, Ingrid van Schagen. (2005). Driving speed and the risk of road crashes: A review. *Accident Analysis and Prevention*, 38, 215–224.
2. CN. Kloeden, G. Ponte, J. McLean. (2001). Travelling speed and risk of crash involvement on rural roads. *Road safety research report (Australian Transport Safety Bureau)*. CR 204. ISBN: 0642255687
3. Finch D.J., Kompfner P., Lockwood C.R. Maycock G. (1994). Speed, speed limits and accidents. *Crowthorne, Transport Research Laboratory*. Issue Number: PR 58. ISSN: 0968-4093
4. Odero, W., Garner, P. and Zwi, A. (1997). Road Traffic Injuries in Developing Countries: A Comprehensive Review of Epidemiological Studies. *Tropical Medicine & International Health*, 2, 445–460. doi:10.1111/j.1365-3156.1997.tb00167.x
5. Chao Gao, Jinliang Xu, Xingli Jia, Yaping Dong, Han Ru. (2020). Influence of Large Vehicles on the Speed of Expressway Traffic Flow. *Advances in Civil Engineering*. Volume 4. 1–9. Doi: 10.1155/2020/2454106
6. Tay R., Champness P., Watson B. (2003). Personality and speeding: Some policy implications. *IATSS Research*, 27, 68-74. doi: 10.1016/S0386-1112(14)60060-1
7. Fildes B.N., Lee S.J. (1993). The speed review: road environment, behaviour, speed limits, enforcement and crashes. *Tech. Rep., Federal Office of Road Safety, Department of Transport and Communications, Canberra, Australia.*, Report CR127.
8. Lee Y. M., Chong S. Y., Goonting K., Sheppard E. (2017). The effect of speed limit credibility on drivers' speed choice. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 45, 43–53. doi: 10.1016/j.trf.2016.11.011
9. Soriguera F., Martínez I., Sala M., Menéndez M. (2017). Effects of low speed limits on freeway traffic flow. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 77, 257–274. doi:10.1016/j.trc.2017.01.024
10. Morichi S., Masuda S., Acharya S. R., Hibino N. (2005). Cost benefit analysis of speed limit regulation for highways in Japan. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 6, 1008–1020. doi: 10.11175/easts.6.1008

11. Fitzpatrick K, Shamburger B., Fambro D. (2019). Design Speed, Operating Speed, and Posted Speed Survey. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1523, 55–60. doi: 10.1177/0361198196152300107.
12. Wang S. (2013). Efficiency and equity of speed limits in transportation networks. *Transportation Research. Part C: Emerging Technologies*, 32, 61-75. doi:10.1016/j.trc.2013.04.003.
13. Ryabushenko O.V., Nagluuk I.S. (2017). The influence of the speed limit on traffic efficiency indicators in the conditions of a large city. [Vplyv obmezhenia shvydkosti na pokaznyky efektyvnosti dorozhnoho rukhu v umovakh velykoho mista.] *Modern technologies in mechanical engineering and transport*, 1(10), 97-101. [in Ukrainian].