

УДК 625.712

Гордієнко С.М.,
gordijenko@yahoo.com, ORCID: 0000-0002-0841-4676,
Харківський національний університет
міського господарства імені О.М. Бекетова

МОЖЛИВІ НАСЛІДКИ ОБМЕЖЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ В МІСТАХ І НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ

З 1 січня 2018 року в Україні вступили в дію обмеження швидкості руху в містах і населених пунктах до 50 км/год. Але чи насправді обмеження швидкості руху зможе поліпшити ситуацію на дорогах? Як зниження швидкості вплине на пропускну спроможність міських вулиць і доріг? В статті пропонується оцінити деякі наслідки обмеження швидкості через фундаментальні характеристики транспортного потоку.

Ключові слова: швидкість дорожнього руху, обмеження швидкості, пропускну спроможність міських вулиць і доріг, інтенсивність дорожнього руху, коефіцієнт зниження пропускну спроможності, щільність транспортного потоку

Обмеженню швидкості у містах почали приділяти увагу з кінця ХХ сторіччя. Головною причиною обмежень стало постійне зростання кількості автомобілів на міських шляхах сполучення і відповідне збільшення кількості зіткнень автомобілів з пішоходами. При зменшенні дозволеної швидкості руху законодавці, як правило, сподіваються на те, що водіям повільних транспортних засобів простіше завчасно помітити пішохода, легше загальмувати і нарешті завдати меншої шкоди пішоходам, якщо уникнути зіткнення неможливо.

Зважаючи на те, що аварійність в Україні постійно зростає, а рівень смертності від ДТП вже сягає 12 осіб на 100 тис. населення, турбота про безпеку учасників дорожнього руху зрозуміла. Але яка доля в них потерпілих від перевищення швидкості, якщо тільки причин виникнення ДТП існує більше двох десятків? Зокрема це:

- 1) виїзд на смугу зустрічного руху;
- 2) порушення правил маневрування;
- 3) недотримання дистанції;
- 4) перевищення встановленої швидкості;
- 5) порушення правил проїзду перехресть;
- 6) керування в нетверезому стані;

- 7) перевищення безпечної швидкості руху;
- 8) порушення правил надання безперешкодного проїзду;
- 9) порушення правил обгону;
- 10) незадовільний стан доріг;
- 11) порушення правил зупинки і стоянки транспортного засобу та ін.

І це ще не враховуючи аварій, скоєних з вини пішоходів.

Спроби визначити справжній рейтинг швидкості серед інших причин приречені на невдачу, оскільки з'ясуванню причин виникнення ДТП зусиль приділяється недостатньо. До того ж, як показує практика, це не простий і здебільш довготривалий процес.

Отже закономірно виникає питання, а чи насправді обмеження швидкості руху в населених пунктах істотно поліпшить ситуацію на наших дорогах? Чи це більше данина моді та спекуляція європейськими цінностями безвідповідальних журналістів?

Посилання на те, що обмеження швидкості руху у містах вже давно діють в світі, а в деяких містах Європи вони навіть значно більші, ніж прийняті в Україні, не варто сприймати всерйоз. По-перше, «європейські» умови руху мають мало спільного з нашими умовами: надто вже різні в нас міста, автомобілі, не кажучи вже про менталітет водіїв. По-друге, навіть в Європі немає вичерпних даних про наслідки та ефективність обмежень швидкості. По-третє, якщо вірити звітам Департаменту патрульної поліції, то кількість загиблих в ДТП і без обмеження швидкості знижується на протязі останніх трьох років [1].

Проблема полягає в тому, що прийняттю рішення про обмеження швидкості передувала достатньо широка громадська дискусія у вітчизняному медійному просторі, проте залучення фахівців до обґрунтування необхідності цього неоднозначного рішення не проводилося. Прорахунки в таких питаннях можуть дорого коштувати державі, а відповідальних осіб за помилкові рішення, як правило, знайти буде неможливо.

Метою цієї статті є оцінка деяких наслідків обмеження швидкості з використанням елементів теорії транспортних потоків із застосуванням її фундаментальних характеристик.

В зв'язку з цим нагадаємо, що закономірність насичення транспортними потоками міської вулично-магістральної мережі має об'єктивний характер. Будь-які зміни, що відбуваються у країні, не повинні нехтувати фундаментальними законами транспортної теорії. Навпаки, саме на їх основі й треба прогнозувати долю проектних рішень, можливі позитивні й негативні наслідки їх реалізації.

Відзначимо також, що швидкість транспортного потоку безпосередньо

пов'язана з пропускнуою спроможністю міських вулиць і доріг. Внаслідок значних навантажень на вулично-дорожню мережу, а в умовах міста вони у 5—15 разів вище, ніж завантаження поза міських автомобільних доріг [2], практично у всіх містах виникають труднощі, пов'язані з пропусканням транспортних потоків високої інтенсивності. Щільність транспортних потоків в ранкові, вечірні, а в центральній частині й в обідні години доби істотно збільшується, а швидкість зменшується, відповідаючи рівню пропускнуої спроможності.

Через певну відмінність дорожніх умов реальна й максимальна пропускну спроможності кожної ділянки відрізняються. Ступінь цієї відмінності прийнято визначати за допомогою поправочних коефіцієнтів, які вводяться до розрахункових значень максимальної пропускнуої спроможності:

$$P = \beta \cdot P_{max} , \quad (1)$$

де P – пропускну спроможність у конкретних дорожніх умовах, авт./год.

P_{max} – максимальна пропускну спроможність в ідеальних умовах, авт./год.;

β – підсумковий коефіцієнт зниження пропускнуої спроможності.

Визначимо діапазон змін підсумкового коефіцієнту через граничний стан основних характеристик транспортного потоку

$$P \rightarrow \max \begin{cases} V_{\text{опт}} = \frac{1}{2} \cdot V_0 \\ Q_{\text{опт}} = \frac{1}{2} \cdot Q_{max} \end{cases} \rightarrow \beta=1 \quad (2)$$

$$P \rightarrow \min \begin{cases} V = 0; V = V_0 \\ Q = Q_{max}; Q = 0 \end{cases} \rightarrow \beta=0 \quad (3)$$

де V_0 – швидкість вільного руху, км/год.;

Q_{max} – максимальна щільність транспортного потоку, авт./км.

Отже коефіцієнт зниження пропускнуої спроможності смуги руху знаходиться в межах

$$\beta = [0; 1] . \quad (4)$$

Зведений перелік понижуючих коефіцієнтів, що пропонувалися, а також встановлені діапазони їхніх значень наведені в табл.1.

Визначення підсумкового коефіцієнта зниження надає змогу достатньо точно знаходити існуючу пропускну здатність міських магістралей. Спробуємо встановити зв'язок цього коефіцієнта зі швидкістю транспортного потоку.

Згідно (2), відповідно до динамічної теорії транспортних потоків, пропускну спроможність смуги руху може бути визначена за формулою

Таблиця 1.

Коефіцієнти зниження пропускної спроможності за факторами

№ п/п	Знижуючий фактор	Діапазон значень	Джерело, досліджував
1	2	3	4
	На перегонах автомобільних доріг		
1.	Ширина смуги руху	0,8—1,0	[3] О.М. Красников
2.	Число смуг руху	0,34—1,0	[10,11] С.Г. Писарєв, О.М. Красников
3.	Бокова перешкода	0,7—1,0	[3,5]
4.	Склад потоку	0,6—1,0	[2,3,5,10,11]
5.	Поздовжній ухил	0,41—1,0	[2,3,5] Б.Б. Анохін
6.	Відстань видимості	0,5—1,0	[3,5]
7.	Радіус кривих у плані	0,85—1,0	[3,5]
8.	Обмеження швидкості руху	0,3—1,0	[3,5]
9.	Частота перехрещень і примикань	0,72—1,0	[10,11] О.М. Красников
10.	Тип перехрещення	0,41—1,0	[3,5]
11.	Стан і тип обочин	0,45—1,0	[3,5]
12.	Тип покриття	0,3—0,1	[2,3,5]
13.	Тип споруд обслуговування	0,64—1,0	[3,5,10]
14.	Тип розподільної смути	0,8—1,0	[10,11] О.М. Красников
15.	Вид розмітки проїзної частини	0,72—1,5	[3,5,10] М.І. Судьїн О.М. Красников, О.П. Васильєв
16.		1,0—1,15	[5]
17.	Вид дорожніх знаків	1,0—1,18	[5] Д.Т. Хамраєв
18.	Нерівномірність розподілу інтенсивності	0,99—1,3	[3,5]
19.	Завантаження зустрічної смуги	0,95—1,0	[3,5]
20.	Рівність покриття	0,49—1,0	[5] О.П. Васильєв
21.	Погодно-кліматичні умови	0,7—1,0	[10,11] О.М. Красников
22.	Віддаленість забудови	0,9—1,0	[5]
23.	Нерухомі перешкоди	0,6—1,0	[5] В.С. Адаєвський
24.	Нерухомий транспорт Пішохідні доріжки	0,6—1,0	[5] В.С. Адаєвський

продовження таблиці 1

1	2	3	4
25.	Узагальнені фактори (для перегонів) Умови руху	0,19— 1,26	[3,11] В.В. Сільянов, О.М. Красников, Ю.М. Ситніков
26.	Сумарний вплив	0,7—0,9	[3] О.К. Біруля, М.Ф. Смирнов
27.	На міських перехрестях Затримки на перехрестях	0,4—0,8	[6]
28.	Повороти на перехрестях	0,7—1,0	[7]
29.	Затримки на планувальних елементах	0,3— 0,807	[4,8] В.І. Гук

$$P = \frac{1}{4} \cdot V_0 \cdot Q_{max} . \quad (5)$$

Оцінимо наслідки обмеження дозволеної швидкості, виходячи з фундаментальних характеристик транспортного потоку.

Враховуючи характер залежності між швидкістю й інтенсивністю транспортного потоку, слід зазначити, що зниження швидкості приведе до певного зменшення інтенсивності дорожнього руху. Відповідним чином воно відіб'ється й на пропускній спроможності. При цьому згідно (1) ступінь зниження буде відповідати співвідношенню

$$\beta = \frac{P_{50}}{P} , \quad (6)$$

де P_{50} – пропускна спроможність при обмеженні швидкості до 50 км/год.;

P – пропускна спроможність в попередніх умовах.

Припустимо, що вище згадане зниження не вплине на максимальну щільність транспортного потоку. Тоді згідно до (5) пропускна спроможність може бути розрахована за виразом

$$P_{50} = \frac{1}{4} \cdot V_{50} \cdot Q_{max} , \quad (7)$$

де V_{50} – максимальна дозволена швидкість 50 км/год.

Оскільки нова швидкість V_{50} у вигляді частки від попередньої швидкості V_0 може бути записана як

$$V_{50} = \frac{50}{60} \cdot V_0 , \quad (8)$$

то не важко визначити відповідний коефіцієнт зниження пропускної спроможності. Згідно з формулами (5—7) він складе $\beta=0,83$.

Це означає, що наприклад для смуги руху з пропускною спроможністю 1500 авт./год., падіння буде становити 17%, тобто 255 авт./год. А кожна магістральна вулиця з чотирма смугами руху щогодини буде втрачати понад 1000 авт./год. Наслідки такого падіння в масштабах країни важко навіть уявити. Очевидно, що в наших містах, в умовах недостатньої пропускної спроможності вулично-дорожньої мережі, часи пік теж зазнають змін. Збільшиться також тривалість заторів.

Тепер спробуємо оцінити втрати часу. Для цього скористаємося часом поїздки, який без урахування накладних витрат можна визначити за формулою

$$t = l \frac{60}{V_{\text{опт}}}, \quad (9)$$

де t – час поїздки, хв.;

l – відстань поїздки, км;

$V_{\text{опт}}$ – оптимальна швидкість сполучення, км/год.

Обчислимо втрати часу, як різницю тривалості поїздок при відповідних швидкостях, тоді

$$\Delta t = t_{50} - t, \quad (10)$$

де t_{50} – час поїздки в умовах обмеження швидкості до 50 км/год., хв.

Враховуючи, що максимальна пропускна спроможність спостерігається саме при оптимальній швидкості руху (2), зробимо відповідні підстановки до формули (10)

$$\Delta t = l \cdot 60 \cdot \frac{(V_{\text{опт}} - V_{\text{опт}50})}{V_{\text{опт}} \cdot V_{\text{опт}50}}. \quad (11)$$

де $V_{\text{опт}}$ – оптимальна швидкість сполучення в умовах дії попереднього обмеження, хв.

$V_{\text{опт}50}$ – оптимальна швидкість сполучення в умовах обмеження швидкості до 50 км/год, хв.

Згідно розрахунків, втрати часу від зниження швидкості будуть становити близько $\Delta t=0,4$ хв. на кожен км поїздки. В перерахунку на рівень середньомісячної заробітної плати в Україні, яка у 2018 році за даними [12] була на рівні 8865 грн. (3,69 грн./хв.), це становить додаткові 1,5 грн. на один км поїздки. Розрахункові наслідки обмеження швидкості руху представлені в табл.2.

Зміни безумовно відіб'ються і на собівартості перевезень. Згодом варто очікувати підвищення вартості проїзду. Слід зазначити, що в окремих містах зростання цін вже почалось. Орієнтовна плата за проїзд різним транспортом наведена в таблиці 3 [13].

Таблиця 2.

Вплив швидкості руху на основні показники

	Показник	До зниження швидкості	Після зниження швидкості
1.	Орієнтовна пропускна спроможність смуги, авт./год.		
	- на перегоні (прямого руху)	1500	1245
	- на перехресті (прямого руху)	1000	830
	- на перехресті (поворотного руху)	800	664
2.	Витрати часу, хв на 10 км поїздки	20	24

Таблиця 3.

Ціни на транспорт в Україні*

	Показник	Вартість проїзду, грн.	
		до зниження швидкості	після зниження швидкості
1.	Квиток в один бік (автобусний транспорт)	8	10
2.	Квиток в один бік (муніципальний транспорт)	4	6
3.	Квиток в один бік (метрополітен)	5	8
4.	Місячний абонемент (на один вид транспорту)	290	390
5.	Таксі початок поїздки (звичайний тариф)	30	40
6.	Таксі 1 км (звичайний тариф)	6	7,50
7.	Таксі 1 година очікування (почасово)	60	80

* - без урахування мінімальних регіональних цін

Таким чином, відповідно до наведених теоретичних досліджень, слід зробити наступні висновки:

1. Обмеження до 50 км/год. швидкості руху в населених пунктах, які вступили в дію з 1 січня 2018 року, не мають достатніх підстав.

2. Зниження швидкості зменшує інтенсивність дорожнього руху і пропускну спроможність міських магістральних вулиць і доріг. Діючі обмеження обумовляють загальне падіння пропускнуої спроможності орієнтовно на 17%.

3. Зменшення пропускнуої спроможності розширить діапазони години пік і збільшить тривалість заторів у найбільш завантажених вузлах.

4. Зниження швидкості принесе додаткові витрати часу пасажиром, оскільки кожен км поїздки збільшить її тривалість на 0,4 хв.

5. Збільшення загальної тривалості поїздки може призвести до порушення нормативних вимог щодо транспортного обслуговування віддалених районів міста.

6. Зі зменшенням швидкості витрати перевізників на один км поїздки зростуть не менше ніж на 1,5 грн.

7. Як доводить досвід найбільш резонансних ДТП, порушення швидкісного режиму є наслідком неадекватних дій окремих водіїв, всупереч дорожній ситуації і діючим обмеженням.

8. Для переважної більшості учасників дорожнього руху найбільш доцільним слід вважати не загальне, а вибіркоче обмеження швидкості руху і посилений контроль на найбільш небезпечних ділянках, що по суті повністю відповідає діючим ПДР.

9. Значно більший ефект може принести активне застосування інформаційно-вказівних знаків, які рекомендують водіям транспортних засобів рухатись з певною швидкістю.

Література.

1. Смертность на дорогах Украины: озвучена кровавая статистика за 2018 год: веб-сайт. URL: <https://www.obozrevatel.com/crime/smernost-na-dorogah-ozvuchena-krovavaya-statistika-za-2017-god.htm> (дата звернення: 27.12.2018).
2. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. – М.: Транспорт, 1977. – 303 с.
3. Гук В.И. Элементы теории транспортных потоков в проектировании улиц и дорог. – К.: УМК ВО, 1991. – 255 с.
4. Сильянов В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1984. – 287 с.
5. Самойлов С.Д. Городской транспорт. – М.: Стройиздат, 1983. – 384 с.
6. Руководство по проектированию улиц и дорог / Центральный научно-исследовательский и проектный институт по градостроительству Госгражданстроя. – М.: Стройиздат, 1980. – 222 с.
7. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
8. Фишельсон М.С. Городские пути сообщения: Уч. пособие для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1980. – 296 с.
9. Иносэ Х., Хамада Т. Управление дорожным движением / под ред. М.Я. Блинкина: Пер. с англ. – М.: Транспорт, 1983. – 284 с.
10. Горбанев Р.Б., Красников А.Н., Щербаков Е.И. Городские улицы и дороги с

многополосной проезжей частью. – М.: Строиздат, 1984. – 167 с.

11. Красников А.Н. Закономерности движения на многополосных автомобильных дорогах. – М: Транспорт 1988. – 111 с.

12. Средняя зарплата в Украине: веб-сайт. URL: <https://maanim.com/indexes/142542-srednyaya-zarplata-v-ukraine> (дата звернення: 14.02.2019).

13. Ціни в Україні 2019 веб-сайт. URL: <http://hikersbay.com/prices/ukraine?lang=ua> (дата звернення: 05.03.2019).

Гордиенко С.Н.,
Харьковский национальный университет
городского хозяйства имени А.Н.Бекетова

ВОЗМОЖНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ОГРАНИЧЕНИЯ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ В ГОРОДАХ И НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ

С 1 января 2018 года в Украине вступили в действие ограничения скорости движения в населенных пунктах до 50 км/ч. Но на самом ли деле ограничение скорости движения сможет улучшить ситуацию на дорогах? Как снижение скорости повлияет на пропускную способность городских улиц и дорог? В статье предлагается оценить некоторые последствия ограничения скорости через фундаментальные характеристики транспортного потока.

Ключевые слова: скорость дорожного движения, ограничение скорости, пропускная способность городских улиц и дорог, интенсивность дорожного движения, коэффициент снижения пропускной способности, плотность транспортного потока.

Gordiienko S.M.,
O. M. Beketov National University
of Urban Economy in Kharkiv

POSSIBLE CONSEQUENCES OF RESTRICTION OF MOTION SPEED IN CITIES AND OTHER HUMANITIES

From January 1, 2018, speed limits in cities and other humanities to 50 km/h came into effect in Ukraine. But is it really possible to limit the speed of traffic in human settlements to improve the situation on roads? How will speed reduction affect the traffic capacity of city streets and roads? The article proposes to evaluate some of the effects of speed limits through the fundamental characteristics of the traffic flow.

Keywords: speed of traffic, speed limit, traffic capacity of city streets and roads, traffic intensity, capacity reduction ratio, traffic density.