

## ОБМЕЖЕННЯ ШВИДКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В МІСТАХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ВРАЗЛИВИХ УЧАСНИКІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

*Янішевський С.В.*, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, s.yanishevskiy@gmail.com, orcid.org/0000-0002-0113-5463

*Білоног О.С.*, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, bilonog.oksana@gmail.com, orcid.org/0000-0003-2471-5388

*Корчевська А.А.*, Національний транспортний університет, Київ, Україна, alinakorchevskaja@gmail.com, orcid.org/0000-0001-8245-9891

## LIMITING THE SPEED OF VEHICLES IN CITIES TO INCREASE THE SAFETY OF VULNERABLE ROAD USERS

*Yanishevskiy S.V.*, Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine, s.yanishevskiy@gmail.com, orcid.org/0000-0002-0113-5463

*Bilonoh O.Y.*, Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine, bilonog.oksana@gmail.com, orcid.org/0000-0003-2471-5388

*Korchevskaya A.A.*, National Transport University, Kyiv, Ukraine, alinakorchevskaja@gmail.com, orcid.org/0000-0001-8245-9891

**Постановка проблеми.** Безпека дорожнього руху (БДР) є одним з базових критеріїв оцінки функціонування будь-якої транспортної системи та забезпечення мобільності населення. Так, наприклад, за даними консалтингової фірми McKinsey & Company, фахівці якої у 2018 та 2021 роках проводили комплексні дослідження впливу транспортних систем на якість життя в 25 містах світу (з чисельністю населення агломерації понад 5 млн. жителів), саме фізична безпека була визнана ключовим аспектом системи міського транспорту (як на думку експертів, так і за результатами опитування жителів), випередивши за ступенем важливості такі показники як ефективність особистого та громадського транспорту, комфортність, інтермодальність та екологічна безпека [1].

Під БДР розуміють такий стан процесу (системи) дорожнього руху, що визначає ступінь (рівень) захищеності його учасників від ДТП та їх наслідків [2]. Сучасний рівень смертності та травматизму внаслідок ДТП в Україні є достатньо високим, а рівень управління БДР залишається низьким, про що у своїх звітах неодноразово наголошували експерти ВООЗ, Світового банку та інших міжнародних інституцій. Для вирішення вказаної проблеми у 2020 році була прийнята «Стратегія підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 року» [3]. Значну увагу при розробці цієї Стратегії було приділено питанням поліпшення безпеки вразливих учасників руху – пішоходів, велосипедистів, осіб, що здійснюють рух на двоколісних мопедах або мотоциклах, дітей, людей старшого (похилого) віку та людей з інвалідністю [2].

Для загальної оцінки фактичного стану БДР серед вразливих учасників руху був проведений аналіз основних статистичних показників дорожньо-транспортної аварійності за їх участю протягом 2015–2021 років, вихідними даними для якого стала інформація зі щорічних звітів Національної поліції України (табл. 1).

Як бачимо, частка ДТП за участю вразливих учасників руху (наїздів на пішохода та велосипедиста) в нашій країні за останні роки залишається значною (36÷41%), аналогічним чином характеризується рівень тяжкості таких ДТП (насамперед – щодо загиблих осіб, частка яких за останні роки стабільно перевищує 40%). Для порівняння (рис. 1):

– у Німеччині за 2021 рік частка ДТП за участю пішоходів та велосипедистів складала 24,2% (5,2% і 19,0% відповідно), частка загиблих та травмованих внаслідок цих пригод – 27,9% (13,4% і 14,5%) та 32,9% (7,0% і 25,9%) від загальної їх кількості [5];

– в Польщі за 2021 рік за участю пішоходів та велосипедистів було скоєно близько третини всіх ДТП (частка таких пригод становила 20,0% і 15,4% відповідно), частка загиблих в цих аваріях склала 31,2% (23,0% і 8,2%), травмованих – 28,4% (16,3% і 12,1%) від загальної їх кількості [6].

Таким чином, за участю вразливих учасників руху в Україні протягом останніх років відбувається близько половини всіх ДТП з постраждалими і стійкої тенденції щодо зменшення цієї

частки не спостерігається. При цьому особливе занепокоєння викликає значна смертність серед пішоходів, яка суттєво перевищує відповідний рівень в країнах Європи.

Таблиця 1 – Дорожньо–транспортна аварійність в Україні серед вразливих учасників руху [4]  
Table 1 – Traffic accidents in Ukraine among vulnerable road users

Рік	Загалом в Україні	Наїзд на пішохода		Наїзд на велосипедиста	
		Всього	Частка, %	Всього	Частка, %
1	2	3	4	5	6
ДТП з постраждалими					
2015	25493	8734	34,3	1732	6,8
2016	26782	9103	34,0	1661	6,2
2017	27220	9338	34,3	1668	6,1
2018	24294	8190	33,7	1496	6,2
2019	26052	8612	33,1	1526	5,9
2020	26140	7641	29,2	1768	6,8
2021	24521	7509	30,6	1355	5,5
Кількість загиблих у ДТП осіб					
2015	4003	1449	36,2	270	6,7
2016	3410	1261	37,0	239	7,0
2017	3432	1274	37,1	241	7,0
2018	3350	1237	36,9	218	6,5
2019	3454	1261	36,5	223	6,5
2020	3541	1198	33,8	235	6,6
2021	3238	1148	35,5	195	6,0
Кількість травмованих у ДТП осіб					
2015	31600	8067	25,5	1569	5,0
2016	33613	8546	25,4	1500	4,5
2017	34677	8787	25,3	1495	4,3
2018	30884	7591	24,6	1347	4,4
2019	32736	8005	24,5	1392	4,3
2020	31974	6959	21,8	1610	5,0
2021	29738	6849	23,0	1208	4,1

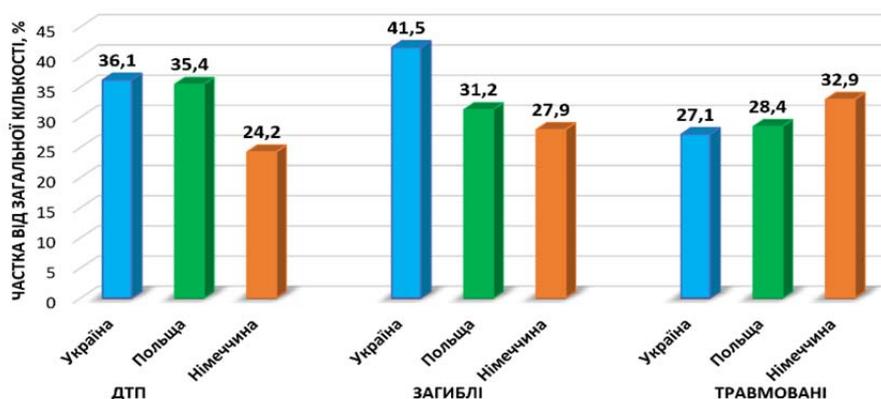


Рисунок 1 – Відносні показники дорожньо–транспортної аварійності за участю вразливих учасників руху (2021 рік)

Figure 1 – Relative rates of traffic accidents involving vulnerable road users (2021)

Оскільки швидкість руху транспортних засобів (ТЗ) на практиці є одним з ключових чинників БДР, проблема пошуку ефективних шляхів управління нею для зменшення потенційних ризиків мобільності вразливих учасників руху є актуальною та соціально значимою.

**Мета дослідження.** Виходячи з постановки проблеми та аналізу літературних джерел, метою даної статті є обґрунтування доцільності диференційованого обмеження швидкості ТЗ в містах

Україні з точки зору можливості їх застосування для поліпшення безпеки руху вразливих його учасників.

**Виклад основного матеріалу.** Наїзди на пішоходів та велосипедистів, як і інші види ДТП, не є фатальними подіями, оскільки їх можна і спрогнозувати, і попередити. Основні чинники ризику для цих категорій учасників руху добре відомі:

– небезпечна поведінка водіїв (насамперед, в частині порушення швидкісного режиму та управління ТЗ в стані сп'яніння);

– незадовільний стан пішохідної та велосипедної інфраструктури (наприклад, відсутність тротуарів, велосипедних смуг (доріжок), переходів чи належного їх облаштування);

– недоліки конструкції ТЗ в частині їх пасивної безпеки.

Актуальною для України також є проблема несвоєчасного (неякісного) надання невідкладної медичної допомоги особам, які були травмовані.

Одним з найефективніших способів підвищення безпеки серед вразливих учасників руху є зниження швидкості ТЗ, оскільки вона є ключовим фактором не лише ризику скоєння наїздів на них, але і тяжкості наслідків таких ДТП. Пересування ТЗ з високою швидкістю в випадку виникнення будь-яких перешкод (небезпек) для руху, з одного боку, призводить до зменшення резерву часу для відповідного реагування водія (наприклад, натискання на гальма чи відворот керма), а з іншого – до збільшення гальмівного шляху ТЗ. Крім того, при значних швидкостях погіршуються умови периферійного сприйняття водієм дорожньої обстановки, а тому він має меншу ймовірність побачити або передбачити потенційні конфлікти (наприклад, людей, які перетинають проїзну частину, чи наявність дітей, що граються).

Численними дослідженнями багатьох європейських та американських фахівців було доведено, що ризик смертельного травмування пішохода при наїзді ТЗ безпосередньо залежить від швидкості руху останнього; крім того, вказаний ризик є вищим для осіб літнього віку та пішоходів, з якими контактували вантажівки та інші великі ТЗ.

Для розрахунку ризику загибелі пішохода при наїзді може бути використана аналітична залежність, запропонована Rosén & Sander (2009) за результатами моделювання даних The German In-Depth Accident Study (GIDAS) в період 1999–2007 років [7]:

$$P(v) = \frac{1}{1 + \exp(6,9 - 0,09v)}, \quad (1)$$

де  $P(v)$  – ймовірність загибелі пішохода при наїзді ТЗ, який рухався зі швидкістю  $v$  (км/год).

Як свідчать результати проведених досліджень, якщо при швидкості ТЗ 30 км/год ймовірність такого травмування становить 5%, то за швидкості 50 км/год вона збільшується утричі (15%), а за швидкості 70 км/год зростає до 40% (рис. 2).

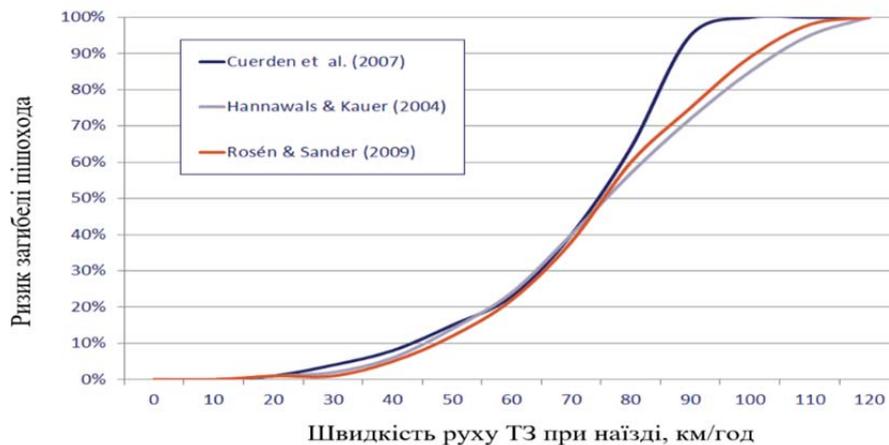


Рисунок 2 – Ризик загибелі пішохода при різних швидкостях наїзду ТЗ [7]  
Figure 1 – Fatality rate at higher collision speed [7]

Тому одночасно з заходами, що зменшують ймовірність контактування вразливих учасників руху з рухомими ТЗ (насамперед – за рахунок просторового розділення шляхів їх пересування та

визначення жорстких пріоритетів в місцях потенційних конфліктів), необхідно також управляти швидкісним режимом транспорту. Інженерно-технічний підхід до управління швидкістю ТЗ передбачає багато заходів, спрямованих на її обмеження (насамперед – регламентація максимальних значень та заспокоєння дорожнього руху), а також заходи психологічного впливу. Всі вони мають не лише забезпечити обмеження швидкості, а й сприяти деякому зменшенню інтенсивності руху ТЗ.

Розрізняють два основних види обмеження швидкості ТЗ:

- встановлені (їх дотримання контролюється, порушення мають фіксуватись та каратись);
- рекомендовані (інформують водія про величину швидкості, яка забезпечує БДР на певній ділянці з урахуванням конкретних чинників умов руху).

Обмеження швидкості руху ТЗ в усіх країнах регламентуються Правилами дорожнього руху (ПДР); в Україні наразі можливі наступні обмеження [8]:

- загальні або постійні;
- спеціальні (для деяких типів ТЗ, видів перевезень, категорій водіїв);
- локальні (місцеві, тимчасові), які встановлюються на ділянках доріг з небезпечними умовами (зазвичай – до усунення цих умов, якщо не вдається зробити це відразу).

В якості дозволеної швидкості руху ТЗ в містах (населених пунктах) передбачені два постійні показники: загальне обмеження 50 км/год (п.12.4 ПДР) та 20 км/год – для пішохідних (житлових) зон (п.12.5 ПДР). Можливість застосування інших величин постійного обмеження швидкості також передбачена, проте умови (критерії) такого застосування не конкретизовані:

– на ділянках, де створені такі дорожні умови, що дають можливість рухатися з більш високою швидкістю (п. 12.8 ПДР);

– на небезпечних ділянках, місцях розміщення наземних нерегульованих пішохідних переходів чи розташування дорожніх станцій патрульної поліції, а також на ділянках доріг (вулиць), прилеглих до території дошкільних та загальноосвітніх навчальних закладів, дитячих оздоровчих таборів (п. 12.10 ПДР) (імовірно, йдеться про необхідність зменшення дозволеної швидкості руху ТЗ).

Таким чином, наразі в Україні відсутні чіткі рекомендації щодо диференціації показників обмеження швидкості ТЗ на окремих ділянках вулично-дорожньої мережі (ВДМ) міст з урахуванням пріоритетності інтересів учасників дорожнього руху [3], зокрема, в частині підвищення зручності та безпеки пересування пішоходів, велосипедистів та інших вразливих учасників руху.

Принагідно зауважимо, що невідповідні обмеження швидкості ТЗ (такі, що не відповідають фактичним умовам руху в частині очікуваного рівня зручності та потенційної його небезпеки) є незрозумілими з точки зору водіїв, а тому більшістю з них не виконуються. Так, наприклад, за результатами натурних спостережень на південному в'їзді до м. Києва (автомобільній дорозі Київ – Одеса за наявними трьома смугами для руху в кожному напрямку) було встановлено, що за сприятливих умов (світла пора доби, сухе покриття) при всіх рівнях транспортного завантаження (інтенсивність від 600 до 3600 авт/год) близько 85% ТЗ рухались з суттєвим перевищенням встановленого на цій ділянці вимогами п.12.4 ПДР обмеження максимальної швидкості (рис. 3) [9].

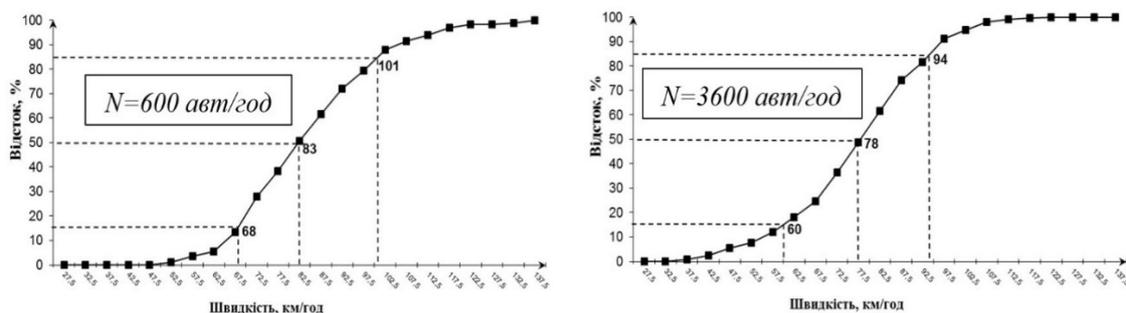


Рисунок 3 – Розподіл миттєвих швидкостей руху ТЗ на південному в'їзді до м. Києва [9]

Figure 3– Distribution of instantaneous vehicle speeds at the southern entrance to Kyiv [9]

З метою дослідження питання щодо визначення диференційованих (відмінних від загального показника 50 км/год) значень обмеження максимальної швидкості ТЗ в містах України, які, з одного боку, забезпечують належний рівень ефективності дорожнього руху, а з іншого – мінімізують потенційні ризики мобільності вразливих його учасників (насамперед – пішоходів і велосипедистів),

розглянемо рекомендації щодо вибору аналогічних обмежень в містах США за результатами досліджень National Association of City Transportation Officials (NACTO) [10].

Для практичного застосування пропонуються наступні підходи (інструменти) щодо встановлення обмежень швидкості руху ТЗ в містах:

– за замовчуванням для багатьох вулиць одразу (приклад – національні обмеження згідно п.п. 12.4, 12.5 ПДР (див. вище));

– виділення «повільних» ділянок (зон) ВДМ у потенційно небезпечних місцях;

– введення вищих значень безпечної швидкості на ділянках пріоритетних (магістральних) вулиць.

Визначення конкретного значення обмеження максимальної швидкості ТЗ в рамках реалізації прийнятого варіанту управління рухом передбачає проведення дослідження, що складається з чотирьох основних компонентів (етапів):

– збір початкових даних (стан ділянки та показники аварійності на ній);

– аналіз умов руху, що існують, для всіх присутніх на даній ділянці (зоні) його учасників;

– визначення раціонального варіанту управління швидкістю ТЗ;

– оцінка змін (порівняння даних до та після впровадження).

Очевидно, що визначальними з точки зору суті даного дослідження є аналіз умов руху, при проведенні якого враховують два основні чинники.

1. **КОНФЛІКТНІСТЬ**, тобто як часто на досліджуваній ділянці ВДМ виникають суттєві небезпеки. Останні мають місце тоді, коли певна дорожньо–транспортна ситуація (наприклад, перехід пішоходом проїзної частини під час повороту автомобіля) характеризується їх взаємним наближенням та такою швидкістю ТЗ, що могла спричинити наїзд, якби водієм не вживались екстрені дії для зміни режиму його руху. У міських умовах цей показник зазвичай залежить від того, наскільки розділений потенційно конфліктний рух та яким є його інтенсивність для кожної категорії учасників (ТЗ, пішоходів, велосипедистів, тощо).

2. **АКТИВНІСТЬ**, тобто поточний рівень завантаження ділянки рухом всіх категорій учасників та перспективи його зростання. ДТП з тяжкими наслідками, як правило, є результатом негативної реалізації конфліктів при русі ТЗ зі значними швидкостями. Тому на ділянках ВДМ з більшою кількістю потенційно серйозних конфліктів та вищим рівнем активності мають вводиться більш жорсткі (нижчі) обмеження швидкості.

Частота виникнення потенційних конфліктів (щільність конфліктів) між ТЗ та пішоходами (велосипедистами) залежить від ступеня фізичного їх відокремлення та щільності (кількості) місць можливого утворення таких конфліктів (перехресть, переходів, тощо).

Типові варіанти (моделі) фізичного відокремлення в міських умовах.

1. Відокремлення відсутнє або недостатнє (тротуарів немає або ж вони безпосередньо межують з рухомими ТЗ; дозволений (передбачений відповідними знаками) велосипедний рух здійснюється тротуаром разом з пішоходами або ж в межах виділеної спільної смуги для велосипедистів і ТЗ).

2. Помірне відокремлення (облаштований відокремлений тротуар та/або наявна окрема смуга для завантаження/паркування ТЗ; дозволений велосипедний рух в межах облаштованої велосмуги чи велодоріжки; за їх відсутності – наявність повноцінного (широкого) тротуару з можливістю проїзду велосипедистів).

3. Повне відокремлення (облаштований відокремлений тротуар, дозволений велосипедний рух в межах вертикально та горизонтально захищеної (відокремленої) велодоріжки чи доріжки/смуги спільного вело–пішохідного руху; пасажери, які здійснюють посадку–висадку з ТЗ, знаходяться поза межами основної проїзної частини).

Типові варіанти (моделі) розташування місць можливого створення конфліктів для велосипедистів, пішоходів та автотранспорту.

1. Висока щільність (наявність так званих «коротких кварталів» – три чи більше перехрестя (регульовані чи нерегульовані), примикання, переходи, переїзди або інші місця перетину проїзної частини на кожних 400 м ділянки ВДМ).

2. Помірна щільність (один–три вищевказаних об'єкти на такій ділянці).

3. Низька щільність (жодного з вищевказаних об'єктів в межах ділянки довжиною 400 м немає).

Рівень активності впливає на швидкість виникнення потенційних конфліктів на будь–якій ділянці ВДМ. На більшості міських вулиць активність або висока, або помірна. Для визначення конкретних оціночних показників активності та їх кількісних значень необхідні враховувати місцеві умови та досвід попередньої реалізації заходів щодо обмеження максимальної швидкості ТЗ.

1. Висока активність. Вулиці зі значною фактичною (очікуваною) пішохідною активністю, з наявними центрами тяжіння населення, популярними зараз чи в перспективі велосипедними маршрутами, значним попитом на паркування та високою щільністю зупинок громадського транспорту (центр міста; ділові райони; торговельні квартали; житлові вулиці з високою щільністю забудови).

2. Помірна активність. Вулиці з помірною пішохідною активністю та використанням громадських просторів, незначним велосипедним рухом, наявними боковими проїздами, можливістю паркування для посадки /висадки пасажирів та наявними зупинками транзитного громадського транспорту (житлові вулиці з середньою щільністю забудови; вулиці зі наявними закладами роздрібною торгівлі; ділянки змішаного використання різними категоріями учасників руху).

3. Низька активність. Вулиці з мінімальною очікуваною кількістю пішоходів та велосипедистів, низьким попитом на паркування та відсутністю (незначною кількістю) зупинок громадського транспорту (промислові та житлові вулиці з низькою щільністю забудови).

Приклади застосування методики оцінки щільності конфліктів та рівня активності на окремих типових ділянках ВДМ міст США наведені в табл.2.

Рекомендації щодо вибору диференційованих значень обмеження максимальної швидкості ТЗ на основі оцінки щільності конфліктів та рівня активності наведені на рис. 4 (зауважимо, що вказані величини (км/год) перераховані у відповідності до показників, які пропонуються для міст Північної Америки (миль/год)).

Таблиця 2 – Приклади оцінки щільності конфліктів та рівня активності [10]

Table 2 – Examples for assessing the density and level of conflict activity [10]

Ступінь фізичного відокремлення ТЗ та пішоходів (велосипедистів)	Щільність місць можливого створення конфліктів	Рівень активності
1	2	3
		
Дозволений велосипедний рух здійснюється спільною смугою з ТЗ; тротуари безпосередньо межують з проїзною частиною – недостатнє відокремлення.	Наявні так звані «короткі квартали» – висока щільність місць можливого створення конфліктів.	Центр міста зі значною щільністю житлової, комерційної та торговельної забудови з обох сторін вулиці. <b>ВИСОКА АКТИВНІСТЬ</b>
<b>ВИСОКА КОНФЛІКТНІСТЬ</b>		
		
Тротуари безпосередньо межують з проїзною частиною, велосмуга (велодоріжка) відсутня – недостатнє відокремлення.	На ділянці довжиною не більш ніж 200 м наявні два регульовані перехрестя та пішохідні переходи – висока щільність місць можливого створення	Ділянка змішаного використання різними категоріями учасників руху з наявними закладами роздрібною торгівлі та зупиночним пунктом

	конфліктів.	громадського транспорту. ПОМІРНА АКТИВНІСТЬ
ВИСОКА КОНФЛІКТНІСТЬ		

Продовження таблиці 2  
Continuation of Table 2

1	2	3
		
Облаштовані та відокремлені тротуари, наявні окремі смуги для завантаження/паркування ТЗ – помірно відокремлення	Квартали значної протяжності, наявність одного місця можливого перетину пішоходами проїзної частини в межах ділянки довжиною близько 200÷300м – помірна щільність	Житлова вулиця з середньою щільністю забудови, помірною пішохідною активністю та незначним велосипедним рухом. ПОМІРНА АКТИВНІСТЬ
ПОМІРНА КОНФЛІКТНІСТЬ		
		
Повне відділення руху ТЗ, облаштовані і відокремлені тротуари, велосипедний рух в межах горизонтально захищеної велосууги – повне відокремлення	Відсутність в межах зони видимості (близько 300÷500м) перехресть, переходів чи переїздів – низька щільність	Промислова (комерційна) вулиця з низькою щільністю забудови з обох сторін, мінімальна очікувана кількість пішоходів та велосипедистів. НИЗЬКА АКТИВНІСТЬ
НИЗЬКА КОНФЛІКТНІСТЬ		

		КОНФЛІКТНІСТЬ		
		Висока	Помірна	Низька
АКТИВНІСТЬ	Висока	30 км/год	30 км/год	40 км/год
	Помірна	30 км/год	40 км/год	50 км/год
	Низька	40 км/год	40 км/год	60 км/год

Рисунок 4 – Рекомендації щодо вибору обмеження максимальної швидкості  
Figure 4 – Recommendations for choosing the maximum speed limit

Реалізація запропонованого підходу щодо диференційованого обмеження максимальної швидкості ТЗ на ВДМ міст передбачає комплексне використання різних методів управління; серед основних задач такого управління – зменшення загальної кількості ТЗ, які перевищують встановлене обмеження, а також частки так званих «надшвидких» автомобілів. На практиці для вирішення вказаних задач найчастіше застосовуються наступні засоби (заходи).

1. Дорожні знаки та розмітка. Якісна та доступна інформація щодо введення локальних постійних обмежень швидкості ТЗ, які є відмінними від загального, має важливе значення для ефективного управління їх рухом. Загальні вимоги щодо застосування дорожніх знаків 3.29 «Обмеження максимальної швидкості», 3.31 «Зона обмеження максимальної швидкості» визначені [11], а щодо використання дорожньої розмітки 1.27 – вимогами [12]. Тому в містах, як мінімум, необхідно дотримуватися відповідних вказівок; разом з тим, конкретні рішення щодо частоти та способів розміщення цих та інших технічних засобів управління дорожнім рухом (наприклад, інформаційних показників з роз'яснення причин встановленого обмеження швидкості) доцільно приймати на основі особливостей місцевих умов.

2. Зміни планування (дизайну) вулиць є найефективнішим інструментом управління швидкістю ТЗ. Певні зміни такого планування (насамперед – елементів поперечного профілю) можуть погіршити можливості водіїв для прискорення та зменшити максимальні швидкості ТЗ, з якими їм комфортно пересуватись в межах даної ділянки ВДМ. Більшість інженерно-планувальних рішень на ВДМ сучасних міст сприяють зменшенню швидкості ТЗ за рахунок використання одного чи декількох засобів заспокоєння руху – конструктивних елементів дороги (вулиці) або технічних засобів, які призначені для зниження швидкості дорожніх ТЗ та підвищення уважності всіх учасників руху [13]. Серед найбільш розповсюджених таких засобів – штучні нерівності покриття проїзної частини (дорожні пагорби) для фізичного унеможливлення перевищення швидкості; звуження проїзної частини (зменшення числа смуг руху чи їх ширини) для збільшення дискомфорту пересування ТЗ на високих швидкостях; штучні шлюзи чи повороти (шикани) в якості візуальних підказок для зниження швидкості.

3. Автоматизований контроль швидкісного режиму може бути корисним компонентом управління швидкістю, особливо на ділянках з великою кількістю ДТП зі смертельними наслідками та тяжкими травмами. Такий контроль є ефективнішим, ніж ручний, оскільки камери є об'єктивними та зрозумілими для водіїв. Так, наприклад, за підсумками контролю швидкості ТЗ в м. Нью-Йорку (США) було встановлено, що на ділянках автоматичної фіксації загальна кількість ДТП зменшилася на 15%, загальна кількість травм – на 17%, кількість загиблих – на 55%, а число порушень встановленого обмеження швидкості – на 60%; крім того, середньодобова кількість таких порушень у місцях розташування камер з часом зменшувалась, оскільки водії були більш відповідальними при виборі швидкості керованих ними ТЗ [14].

4. Інформаційна та просвітницька політика мають важливе значення для успішної програми управління швидкістю. Комунікаційні кампанії для населення варто починати задовго до початку впровадження змін в обмеженні максимальної швидкості ТЗ та продовжувати після їх реалізації. Таке інформування має завжди пов'язувати зниження максимальної дозволеної швидкості ТЗ з безпекою вразливих категорій жителів міста, постійно нагадуючи громадськості, представникам органів влади і ЗМІ, що такі обмеження швидкості є критично важливим інструментом для зменшення тяжкості наслідків ДТП за їх участю. Для поширення інформації про зміни в обмеженні швидкості ТЗ можуть застосовуватись телевізійна, радіо– та онлайн–реклама, рекламні щити, автобусні зупинки, розсилки, перехресні рекламні кампанії з відомими особистостями, новини та статті. Безкоштовні рекламні матеріали (плакати, листівки, наклейки) дадуть змогу розширити охоплення просвітницької кампанії за межі традиційних медіа–каналів та ЗМІ.

На закінчення зауважимо, що самі по собі заходи щодо обмеження швидкості руху ТЗ не гарантують повної безпеки для вразливих учасників дорожнього руху. Необхідно одночасно вирішувати й інші завдання (наприклад, забезпечити ефективне зовнішнє освітлення ділянок ВДМ в темну пору доби, поліпшити ефективність просвітницької роботи щодо забезпечення БДР як серед водіїв ТЗ, так і серед пішоходів (велосипедистів, мотоциклістів), поліпшити ефективність контролю дотримання вимог ПДР всіма категоріями учасників ДР, тощо).

**Висновки.** За участю вразливих учасників дорожнього руху в Україні протягом останніх років відбувається близько половини всіх ДТП з постраждалими, і стійкої тенденції щодо зменшення цієї

частки не спостерігається. Особливе занепокоєння викликає значна смертність серед пішоходів, яка суттєво перевищує відповідний рівень в країнах Європи.

Зниження швидкості руху ТЗ є одним з найефективніших способів підвищення безпеки мобільності вразливих учасників руху, оскільки вона є ключовим фактором не лише ризику скоєння наїздів на них, але і тяжкості наслідків таких ДТП. Інженерно-технічний підхід до управління швидкістю ТЗ передбачає багато заходів, спрямованих на її обмеження (насамперед – регламентація максимальних значень та заспокоєння дорожнього руху), а також заходи психологічного впливу.

Наразі в Україні в якості дозволеної швидкості руху ТЗ в містах передбачені два постійні показники: загальне обмеження 50 км/год (п.12.4 ПДР) та 20 км/год – для пішохідних (житлових) зон (п.12.5 ПДР). В свою чергу, чітких рекомендацій щодо диференціації показників обмеження швидкості ТЗ на окремих ділянках ВДМ міст України наразі немає.

Для прикладу в роботі були розглянуті рекомендації щодо визначення диференційованих значень обмеження максимальної швидкості ТЗ в містах США за результатами досліджень National Association of City Transportation Officials (НАСТО). Визначення зазначених обмежень в рамках реалізації прийнятого варіанту управління рухом здійснюється на етапі аналізу умов руху, що існують на досліджуваній ділянці ВДМ, для всіх присутніх на даній ділянці (зоні) його учасників. Основними чинниками, що впливають на оцінку умов руху, є:

- частота виникнення потенційних конфліктів (щільність конфліктів) між ТЗ та пішоходами (велосипедистами), яка залежить від ступеня фізичного їх відокремлення та щільності (кількості) місць можливого утворення таких конфліктів (перехресть, переходів, тощо);

- рівень активності, який впливає на швидкість виникнення потенційних конфліктів та залежить від поточного завантаження досліджуваної ділянки рухом всіх категорій учасників та перспектив його зростання.

На основі застосування методики сумісної оцінки щільності конфліктів та рівня активності на ділянках ВДМ були запропоновані рекомендації щодо вибору диференційованих значень обмеження максимальної швидкості ТЗ для міст України в діапазоні від 30 до 60 км/год. Реалізація рекомендованих обмежень передбачає комплексне використання різних методів управління та відповідних засобів (заходів) – використання дорожніх знаків та розмітки, зміни планування (дизайну) вулиць (використання засобів заспокоєння руху), впровадження (поширення) пристроїв автоматизованого контролю швидкісного режиму, а також удосконалення інформаційної та просвітницької політики щодо необхідності та доцільності змін в обмеженні швидкості ТЗ.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Urban transportation systems of 25 global-cities: Elements of success // McKinsey Center for Future Mobility, July 2021, 138 p. © 2021 McKinsey & Company. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/elements-of-success-urban-transportation-systems-of-25-global-cities-july-2021.pdf>

2. Проект Закону України від 26.09.2016 № 5184 «Про дорожній рух та його безпеку». (Електронний ресурс). Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document>

3. Стратегія підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 року (схвалена Розпорядженням КМ України від 21 жовтня 2020 р. № 1360-р). (Електронний ресурс). Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1360-2020>

4. Статистика ДТП в Україні // Департамент патрульної поліції НП України. (Електронний ресурс). Режим доступу: <http://patrol.police.gov.ua/statystyka>

5. Tabellen: Polizeilich erfasste Unfälle im Straßenverkehr; Beteiligte und Verunglückte (Електронний ресурс). Режим доступу: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle>

6. Wypadki drogowe w Polsce w 2021 roku. (Електронний ресурс). Режим доступу: <https://statystyka.policja.pl/st/ruch-drogowy/76562,wypadki-drogowe-raporty-roczne.html>

7. Literature review of pedestrian fatality risk as a function of car impact speed. Author Erik Rosén, Helena Stigson, Ulrich Sander. Accident Analysis & Prevention Volume 43, Issue 1, January 2011, Pages 25–33. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.04.003>

8. Правила дорожнього руху (затверджені Постановою КМ України від 10 жовтня 2001 р. № 1306, зі змінами і доповненнями). (Електронний ресурс). Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/KP011306>

9. Янішевський С.В. Щодо доцільності встановлених обмежень максимальної швидкості руху на підходах до значних та найзначніших міст / Корчевський А.О., Янішевський С.В. // Всеукраїнська науково-теоретична конференція «Проблеми з транспортними потоками і напрямки їх розв'язання», 26–28 березня 2015 року: Тези доповідей. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2015. – С.18–21.

10. National Association of City Transportation Officials. City-limits. Setting Safe Speed Limits on Urban Streets. Summer 2020, 50 p. Retrieved from <https://nacto.org/publication/city-limits>

11. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування: ДСТУ 4100:2014. – [Чинний від 2015–07–01] – К. : Держспоживстандарт України, 2011. – 106 с. – (Національні стандарти України).

12. Розмітка дорожня. Технічні вимоги. Методи контролю. Правила застосування: ДСТУ 2587:2010. – [Чинний від 2010–12–27] – К. : Держспоживстандарт України, 2011. – 39 с. – (Національні стандарти України).

13. Безпека дорожнього руху. Засоби заспокоєння руху. Загальні технічні вимоги: ДСТУ 4123:2020. – [Чинний від 2020–11–01] – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2020. – 15 с. – (Національні стандарти України).

14. New York City Department of Transportation (2018). Automated Speed Enforcement Program Report 2014–2017. Retrieved from <http://www.nyc.gov/html/dot/downloads/pdf/speedcamera-report-june2018.pdf>.

## REFERENCES

1. Urban transportation systems of 25 global-cities: Elements of success // McKinsey Center for Future Mobility, July 2021, 138 p. © 2021 McKinsey & Company. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/elements-of-success-urban-transportation-systems-of-25-glob-al-cities-july-2021.pdf>

2. Proekt Zakonu Ukrayiny vid 26.09.2016 № 5184 «Pro dorozhniy rukh ta yoho bezpeku» [Draft Law of Ukraine «On road traffic and its safety»]. Retrieved from <https://ips.ligazakon.net/document> [in Ukrainian].

3. Stratehiya pidvyshchennya rivnya bezpeky dorozhn'oho rukhu v Ukrayini na period do 2024 roku (skhvalena Rozporyadzhennyam Kabinetu ministriv Ukrayiny vid 21 zhovtnya 2020 r. № 1360–r) [Strategy for increasing the level of road safety in Ukraine for the period until 2024 (approved by the Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine)]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1360–2020> [in Ukrainian].

4. Statystyka DTP v Ukrayini // Departament patrol'noyi politsiyi natsional'noyi politsiyi Ukrayiny. [Traffic accident statistics in Ukraine // Patrol Police Department of the National Police of Ukraine]. Retrieved from <http://patrol.police.gov.ua/statystyka> [in Ukrainian].

5. Tabellen: Polizeilich erfasste Unfälle im Straßenverkehr; Beteiligte und Verunglückte. [Tables: Road traffic accidents recorded by the police; involved and casualties]. Retrieved from <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle> [in German].

6. Wypadki drogowe w Polsce w 2021 roku. [Road accidents in Poland in 2021]. Retrieved from <https://statystyka.policja.pl/st/ruch-drogowy/76562,wypadki-drogowe-raporty-roczne.html> [in Polish].

7. Literature review of pedestrian fatality risk as a function of car impact speed. Author Erik Rosén, Helena Stigson, Ulrich Sander. Accident Analysis & Prevention Volume 43, Issue 1, January 2011, Pages 25–33. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.04.003>.

8. Pravyla dorozhn'oho rukhu (zatverdzeni Postanovoyu Kabinetu ministriv Ukrayiny vid 10 zhovtnya 2001 r. № 1306, zi zminamy i dopovnennyamy). [Traffic rules (approved by Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine, 2001, as amended)]. Retrieved from <https://ips.ligazakon.net/document/KP011306> [in Ukrainian].

9. Korchevskiy A.O., Yanishevskiy S.V. (2015). Shchodo dotsil'nosti vstanovlenykh obmezhn' maksymal'noyi shvydkosti rukhu na pidkhodakh do znachnykh ta nayznachnishykh mist [Regarding the expediency of established maximum speed limits on the approaches to significant and most significant cities] // Vseukrayins'ka naukovo-teoretychna konferentsiya «Problemy z transportnyy potokamy i napryamy

yikh rozv"yazannya» – All–Ukrainian scientific–theoretical conference "Problems with transport flows and directions for their solution": Abstracts of reports. – Lviv: Lviv Polytechnic. – P.18–21 [in Ukrainian].

10. National Association of City Transportation Officials. City–limits. Setting Safe Speed Limits on Urban Streets. Summer 2020, 50 p. Retrieved from <https://nacto.org/publication/city-limits>

11. Znaky dorozhni. Zahal'ni tekhnichni umovy. Pravyla zastosuvannya [Road signs. General technical conditions. Application rules]. (2014): DSTU 4100:2014 from July 1, 2015. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukraine. – 106 p. (National Standards of Ukraine) [in Ukrainian].

12. Rozmitka dorozhnya. Tekhnichni vymohy. Metody kontrolyu. Pravyla zastosuvannya. [Road markings. Technical requirements. Control methods. Application rules]. (2011): DSTU 2587:2010 from December 27, 2010. – Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukraine. – 39 p. –(National standards of Ukraine) [in Ukrainian].

13. Bezpeka dorozhn'oho rukhu. Zasoby zaspokoyennya rukhu. Zahal'ni tekhnichni vymohy. [Road safety. Means of traffic calming. General technical requirements]: (2020): DSTU 4123:2020 from November 1, 2020. – Kyiv: SE «UkrNDNC». – 15 p. – (National standards of Ukraine) [in Ukrainian].

14. New York City Department of Transportation (2018). Automated Speed Enforcement Program Report 2014–2017. Retrieved from <http://www.nyc.gov/html/dot/downloads/pdf/speedcamera-report-june2018.pdf>.

#### РЕФЕРАТ

Янішевський С.В. Обмеження швидкості транспортних засобів в містах для підвищення безпеки вразливих учасників дорожнього руху / С. В. Янішевський, О. Є. Білоног, А. А. Корчевська // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науковий журнал. – К. : НТУ, 2023. – Вип. 1 (55).

БДР є одним з базових критеріїв оцінки функціонування будь-якої транспортної системи та забезпечення мобільності населення. За участю вразливих учасників руху в Україні протягом останніх років відбувається близько половини всіх ДТП з постраждалими. При цьому особливе занепокоєння викликає значна смертність серед пішоходів, яка суттєво перевищує відповідний рівень в країнах Європи. Оскільки швидкість руху ТЗ є одним з ключових чинників БДР, проблема пошуку ефективних шляхів управління нею для зменшення потенційних ризиків мобільності вразливих учасників руху є актуальною та соціально значимою.

Мета дослідження – обґрунтування доцільності диференційованого обмеження швидкості ТЗ в містах України з точки зору можливості їх застосування для поліпшення безпеки руху вразливих його учасників.

Зниження швидкості руху транспорту є одним з найефективніших способів поліпшення умов мобільності вразливих учасників руху, оскільки вона є визначальним чинником не лише ризику скоєння наїздів на них, але і тяжкості наслідків таких ДТП. Тому одночасно з заходами, що зменшують ймовірність контактування (насамперед – за рахунок просторового розділення шляхів їх пересування та визначення жорстких пріоритетів в місцях потенційних конфліктів), необхідно також управляти швидкісним режимом транспорту. Інженерно–технічний підхід до такого управління передбачає обмеження швидкості (насамперед – регламентація максимальних значень та заспокоєння руху), а також заходи психологічного впливу.

Наразі в Україні в якості максимальної швидкості транспорту в містах передбачені два постійні показники: загальне обмеження 50 км/год (п.12.4 ПДР) та 20 км/год – для пішохідних (житлових) зон (п.12.5 ПДР). При цьому чітких рекомендацій щодо конкретних показників обмеження цієї швидкості на окремих ділянках ВДМ містах немає. Тому для визначення диференційованих (відмінних від 50 км/год) значень максимальної швидкості в містах України були розглянуті рекомендації щодо вибору аналогічних обмежень згідно досліджень НАСТО (США).

Визначення зазначених обмежень при реалізації прийнятого варіанту управління здійснюється на етапі аналізу умов руху, що існують на досліджуваній ділянці (зоні), з урахуванням всіх присутніх учасників. Основними чинниками, що впливають на таку оцінку, є:

- частота виникнення потенційних конфліктів (щільність конфліктів) між ТЗ та пішоходами (велосипедистами), яка залежить від ступеня фізичного їх відокремлення та щільності (кількості) місць можливого утворення таких конфліктів (перехресть, переходів, тощо);

- рівень активності, який впливає на швидкість виникнення потенційних конфліктів та залежить від поточного завантаження досліджуваної ділянки рухом всіх категорій учасників та перспектив його зростання.

На основі застосування методики сумісної оцінки щільності конфліктів та рівня активності на окремих типових ділянках для міст України запропоновані рекомендації щодо вибору диференційованих обмежень максимальної швидкості ТЗ в діапазоні від 30 до 60 км/год. Реалізація таких обмежень передбачає комплексне застосування різних методів управління та відповідних засобів (заходів) – використання дорожніх знаків та розмітки, зміни планування (дизайну) вулиць (облаштування засобів заспокоєння руху), впровадження (поширення) пристроїв автоматизованого контролю швидкісного режиму, а також удосконалення інформаційної та просвітницької політики щодо необхідності та доцільності змін в обмеженні швидкості ТЗ.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ДОРОЖНІЙ РУХ, ВРАЗЛИВІ УЧАСНИКИ РУХУ, БЕЗПЕКА, МОБІЛЬНІСТЬ, ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ, УПРАВЛІННЯ, ШВИДКІСТЬ, ОБМЕЖЕННЯ, ДИФФЕРЕНЦІАЦІЯ

### ABSTRACT

Yanishevskiy S.V., Bilonog O.E., Korchevska A.A. Limiting the speed of vehicles in cities to increase the safety of vulnerable road users. *Visnyk National Transport University. Series «Technical Sciences»*. Scientific journal. – Kyiv: National Transport University, 2023. – Issue 1 (55).

Road traffic safety is one of the main criteria for evaluating the functioning of any transport system and ensuring the mobility of the population. In recent years, about half of all traffic accidents with victims in Ukraine occur with the participation of vulnerable road users. Of particular concern is the high mortality rate among pedestrians, which is significantly higher than in European countries. Since the speed of movement is one of the key factors of road safety, the problem of finding effective ways of managing it to reduce the potential risks of mobility of vulnerable road users is relevant and socially significant.

The purpose of the study is to substantiate the feasibility of introducing differentiated vehicle speed limits in the cities of Ukraine from the point of view of the possibility of their application to increase safety of vulnerable road users.

Reducing vehicle speed is one of the most effective ways to improve the conditions of movement of vulnerable road users, as it is a key factor not only in the risk of road accidents, but also in the severity of the consequences of such accidents. Therefore, along with measures to reduce the probability of contact (primarily through the spatial delineation of their movement routes and establishing clear priorities in potential conflict zones), it is also necessary to control the speed of transport. The engineering and technical approach to such management involves speed limits (primarily regulation of maximum values and traffic calming), as well as psychological measures.

Currently, Ukraine has two permanent maximum speed limits in cities: a total of 50 km/h (clause 12.4 of Traffic Code) and 20 km/h for pedestrian (residential) zones (clause 12.5 of Traffic Code). At same time, there are no clear recommendations regarding specific indicators of this speed limit on certain sections of city streets. Therefore, in order to determine the differentiated (different from 50 km/h) maximum speed values in the cities of Ukraine, the recommendations for the selection of such restrictions were considered according to the NACTO (USA) studies.

The determination of these restrictions during the implementation of the adopted management option is carried out at the stage of analyzing the traffic conditions existing in the area (zone) of the study, taking into account all the participants present. The main factors influencing the assessment of traffic conditions are:

- the frequency of potential conflicts (their density) between vehicles and pedestrians (cyclists), which depends on the degree of their physical separation and the density (number) of places where such conflicts can occur (intersections, transitions, etc.).

- the level of activity, which affects the speed of potential conflicts and depends on the current traffic load of the studied territory by all categories of participants and the prospects for its growth.

Based on the application of the methodology of joint assessment of the conflict density and the level of activity of certain territories typical for the cities of Ukraine, recommendations have been developed regarding the selection of differentiated restrictions on the maximum speed of vehicles in the range from 30 to 60 km/h. The implementation of such restrictions involves the complex application of various

management methods and appropriate means (measures) – the use of road signs and markings, changes in the planning (design) of streets (installation of traffic regulation means), implementation (distribution) of automated speed control means, as well as improvement of the information and educational policy regarding the necessity and expediency of changing the speed regime.

**KEY WORDS:** ROAD TRAFFIC, VULNERABLE TRAFFIC PARTICIPANTS, SAFETY, MOBILITY, VEHICLES, CONTROLS, SPEED, RESTRICTIONS, DIFFERENTIATION

**АВТОРИ:**

Янішевський Сергій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху, e-mail: s.yanishevskiy@gmail.com, тел. +380679462842, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича–Павленка, 1, к. 435, orcid.org/0000–0002–0113–5463.

Білоног Оксана Євгенівна, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри транспортного права та логістики, e-mail: bilonog.oksana@gmail.com, тел. +380679599997, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича–Павленка, 1, к. 439, orcid.org/0000–0003–2471–5388

Корчевська Аліна Анатоліївна, Національний транспортний університет, старший викладач кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху, e-mail: alinakorchevskaja@gmail.com, тел. +380442804885, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича–Павленка 1, к.435. orcid.org/0000–0001–8245–9891

**AUTHORS:**

Yanishevskiy Serhii, Ph. D., associate professor, National Transport University, associate professor of the department of transport systems and traffic safety, e-mail: s.yanishevskiy@gmail.com, tel. +380679462842, Ukraine, 01010, Kyiv, Mykhaila Omelianovich–Pavlenko str. 1, of. 435, orcid.org/0000–0002–0113–5463.

Bilonoh Oksana, Ph. D., associate professor, National Transport University, associate professor of the department of transport law and logistics, e-mail: bilonog.oksana@gmail.com, tel. +380679599997, Ukraine, 01010, Kyiv, Mykhaila Omelianovich–Pavlenko str. 1, of. 439, orcid.org/0000–0003–2471–5388

Korchevskaya Alina, National Transport University, Senior teacher transport systems and traffic safety, alinakorchevskaja@gmail.com, tel. +380442804885, Ukraine, 01010, Kyiv, Mykhaila Omelianovich–Pavlenko str. 1, of. 435, orcid.org/0000–0001–8245–9891

**РЕЦЕНЗЕНТИ:**

Кисельов Володимир Борисович, доктор технічних наук, професор, Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського, директор навчально–наукового інституту муніципального управління та міського господарства, Київ, Україна.

Прокудін Георгій Семенович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, Київ, Україна.

**REVIEWERS:**

Kiselyov Volodymyr, doctor of technical sciences, professor, Tavriya National University named after V.I. Vernadsky, director of the educational and scientific institute of municipal management and urban economics, Kyiv, Ukraine.

Prokudin Heorhiy, doctor of technical sciences, professor, National Transport University, head of the department of international transportation and customs control, Kyiv, Ukraine.