

ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ АВТОМОБІЛІВ

Бажинов О. В.¹, Кривда В. В.², Гаск Є. А.², Олішевська В. Є.², Корніленко К. І.²

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет

²Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

Анотація. У статті запропоновано системний огляд сучасних підходів до безпеки дорожнього руху, зосереджений на парадигмі Safe System та європейській рамці Vision Zero, а також на регуляторних вимогах GSR2 (Regulation (EU) 2019/2144) і управлінському стандарті ISO 39001. Методологічно робота спирається на аналіз міжнародних звітів (BOOЗ, ITF/OECD, ETSC), нормативних документів ЄС та офіційної української статистики (Патрульна поліція, МВС) за 2022–2024 рр. Наведено узагальнені показники ДТП в Україні (ДТП з постраждалими, кількість загиблих і травмованих) і структуру ключових причин смертельних пригод з огляду на швидкісний режим і вразливих учасників дорожнього руху.

Ключові слова: безпека дорожнього руху, безпека, системи безпеки автомобіля, стандарти безпеки дорожнього руху.

Вступ

За інформацією *Global Status Report on Road Safety 2023* Всесвітньої організації охорони здоров'я, щороку у світі внаслідок дорожньо-транспортних пригод (ДТП) гине близько 1,19 млн людей, а ще десятки мільйонів отримують травми різного ступеня тяжкості. Дорожній травматизм залишається провідною причиною смерті серед дітей і молоді віком 5–29 років, що робить окреслену проблему глобальним викликом у сфері охорони здоров'я та розвитку [1].

У Європейському Союзі стратегічною метою є досягнення *Vision Zero* – нульової смертності на дорогах до 2050 р. Проміжна мета передбачає скорочення кількості загиблих і тяжко травмованих щонайменше на 50 % до 2030 р. Однак, за даними *European Transport Safety Council* (ETSC, 2025), 2024 р. скорочення смертності в країнах ЄС становило лише 2 %, порівняно з 2023 р., що суттєво відстає від необхідної траєкторії. Серед позитивних прикладів можна згадати Швецію, Норвегію та Фінляндію, де завдяки комплексним програмам досягнуто мінімальних показників смертності – менше ніж 20 загиблих на 1 млн населення, тоді як середній показник по ЄС становить приблизно 46/млн [2].

У Сполучених Штатах Америки ситуація ускладнена зростанням показників після пандемії COVID-19: за спостереженнями *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA), 2022 р. загинуло понад 42 500 осіб, що є одним з найвищих рівнів за останні два десятиліття. Попри зниження 2023 р.

(3,6 % до 2022 р.), рівень смертності в США залишається приблизно удвічі вищим за середній у ЄС, становлячи 129 загиблих на 1 млн населення (рис. 1). Основними факторами ризику залишаються перевищення швидкості, керування в стані сп'яніння та низький рівень використання пасків безпеки в окремих штатах [3].

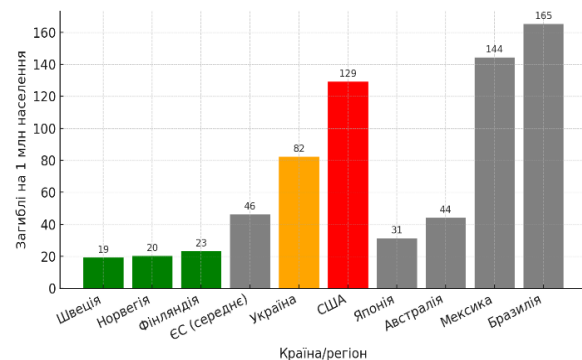


Рис. 1. Порівняння рівня смертності на дорогах упродовж 2023–2024 рр. (загиблі на 1 млн населення)

В інших регіонах світу динаміка також неоднорідна. У країнах Латинської Америки показники смертності сягають 180–200 загиблих на 1 млн населення (наприклад, у Домініканській Республіці та Венесуелі), тоді як у більшості держав Східної Азії (Японія, Південна Корея, Сінгапур) завдяки системним заходам показник утримується на рівні 25–35/млн. Австралія та Нова Зеландія демонструють середні для розвинених країн результати – майже 40–50/млн, проте протягом 2023–2024 рр. зафіксовано зростання смерт-

ності на тлі збільшення автомобільного парку [4].

В Україні, попри об'єктивні виклики, пов'язані з повномасштабною війною, транспортною інфраструктурою та обмеженими ресурсами для контролю, спостерігається негативна динаміка. За офіційною інформацією Патрульної поліції України та МВС, 2022 р. в ДТП загинуло 2 791 осіб, 2023 р. – 3 053, а 2024 р. – приблизно 3 202 осіб. Водночас кількість ДТП з постраждалими й травмованими також зросла: з 18,6 тис. (2022 р.) до понад 25,7 тис. (2024 р.). Ці показники свідчать про необхідність невідкладної інтеграції в українську практику сучасних систем управління безпекою дорожнього руху, перевірених міжнародним досвідом [7, 8].

Аналіз публікацій

Результати огляду підтверджують, що пакетні інтервенції – керування швидкостями (одночасно з масовим упровадженням зон 30 км/год в міській змішаній мережі), автоматизоване примусове виконання правил (камери швидкості / проїзду на червоне), «поблажлива» інфраструктура (підняті переходи, острівці безпеки, фізичне відокремлення велоруху) та оновлення автопарку із системами ADAS (насамперед ISA та AEB) – дають статистично значуще й стале зниження смертності й тяжкого травматизму. Практична цінність роботи полягає в сформульованих для України пріоритетах на 2025–2030 рр.: встановлення кількісних національних цілей (50 % до 2030 р.), масштабування автоматичної фіксації, швидких інфраструктурних рішень і впровадження ISO 39001 в автопарках державного й приватного секторів. Наукова новизна передбачає поєднання міжнародних доказових підходів із вітчизняними показниками й вироблення цілісної дорожньої карти впровадження, адаптованої до умов України.

Мета й постановка завдання

Метою дослідження є систематизація сучасних підходів до забезпечення безпеки дорожнього руху на основі аналізу провідних міжнародних стратегій – *Safe System*, *Vision Zero*, ISO 39001 та *General Safety Regulation* (GSR2), – а також оцінка можливостей їх адаптації до українських умов у контексті зростання рівня дорожньо-транспортного травматизму, змін транспортного середовища й соціально-економічних викликів воєнного часу.

Дослідження спрямоване на встановлення взаємозв'язку між нормативно-інституційними рамками, інженерно-технічними рішеннями (інфраструктура, транспортні засоби, автоматизовані системи безпеки) та поведінковими факторами ризику учасників дорожнього руху. У роботі передбачено виявити, яким чином поєднання регуляторних, технологічних і культурних компонентів сприяє досягненню довгострокової мети – зменшенню кількості загиблих і травмованих на дорогах до мінімально можливого рівня, що відповідає принципу «нульової терпимості до смертей» (*Vision Zero*).

Окрему увагу приділено аналізу потенціалу впровадження управлінських систем безпеки дорожнього руху (ISO 39001) у державному й корпоративному секторах, інтеграції сучасних ADAS-технологій (ISA, AEB, LDW, BSD) у національний автопарк, а також впливу швидкісної політики й міського планування на рівень ризику для пішоходів і велосипедистів.

Отже, дослідження має на меті не лише узагальнити міжнародний досвід, але й оцінити безпеку дорожнього руху в Україні, на підставі комплексного підходу, що поєднує технології, інфраструктуру, законодавче регулювання й освіту й має стати основою Національної стратегії безпеки дорожнього руху в нашій країні впродовж 2025–2030 рр.

Виклад основного матеріалу

Аналіз глобальної статистичної інформації Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ, 2023) та Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР/ITF) свідчить, що рівень смертності в дорожньо-транспортних пригодах (ДТП) залишається надзвичайно нерівномірним у різних регіонах світу. Протягом останніх двох десятиліть у більшості розвинених країн – передусім у державах Європейського Союзу, Північної Америки, Японії, Південної Кореї та Австралії – завдяки комплексній реалізації державних стратегій безпеки дорожнього руху досягнуто стійкого зниження смертності на 40–60 %. Це зниження стало результатом системного поєднання інфраструктурних, регуляторних, технологічних і поведінкових заходів: модернізації дорожньої мережі, контролю швидкості, підвищення стандартів пасивної безпеки транспортних засобів, автоматизації нагляду (камери, ADAS), а також формування культури «нульової терпимості до смертей» [5].

У країнах із середнім та низьким рівнем доходу, на які припадає понад 90 % усіх смертей у ДТП, спостерігається протилежна тенденція – стагнація або навіть зростання показників смертності. Це пояснюється низьким рівнем контролю за дотриманням правил дорожнього руху, застарілим автопарком, відсутністю системного підходу до проектування «безпечної інфраструктури», недостатнім розвитком систем екстреної медичної допомоги та слабкою аналітикою дорожніх подій. У країнах Африки смертність перевищує 250 загиблих на 1 млн населення, а в окремих державах Південної Азії та Латинської Америки – понад 150–200/млн, що в 6–8 разів вище, ніж у країнах ЄС.

Для прикладу, Швеція – піонер концепції *Vision Zero* – скоротила смертність з понад 130 загиблих/млн упродовж 1970-х рр. до менше ніж 20/млн 2024 р., досягнувши фактично мінімального рівня у світі. Норвегія 2023 р. зафіксувала лише 85 смертей за умови населення понад 5,5 млн, що відповідає показнику 15/млн. Водночас США, попри значні інвестиції в транспортну інфраструктуру, демонструють зростання смертності з 36 тис. (2011 р.) до понад 42,5 тис. (2022 р.), а рівень ризику становить 129 загиблих/млн, що вдвічі перевищує європейський середній [2].

Рис. 2. Система *Vision Zero*

Vision Zero – це міжнародна стратегія щодо усунення смертельних випадків і серйозних травм унаслідок дорожньо-транспортних пригод і виробничого травматизму, основана на принципі нульової терпимості до жертв і визнання того, що людські помилки неминучі.

Подібна ситуація простежується і в країнах Латинської Америки, зокрема в Мексиці, Бра-

зилії, Аргентині, де домінують високі швидкості, слабе дотримання ПДР і низька якість дорожнього покриття. У таких країнах дорожньо-транспортний травматизм є не лише безпековою, а й соціально-економічною проблемою, адже втрати від ДТП становлять 3–5 % ВВП, що дорівнює державним витратам на охорону здоров'я або перевищує їх [9].

Отже, світовий досвід доводить, що зниження смертності в ДТП можливе лише за умов високого рівня інституційної координації, законодавчої підтримки, технологічних інновацій і сталого фінансування. Водночас відсутність системного підходу й обмеженість ресурсів призводять до консервації високих рівнів смертності навіть в умовах зростання автомобілізації, що особливо актуально для країн, які перебувають у стані економічних або соціальних трансформацій, серед яких і Україна.

Інфраструктурні й технологічні рішення

Інтелектуальна допомога дотримання швидкості (ISA) – це сучасна технологія активної безпеки, спрямована на попередження перевищення встановлених обмежень швидкості способом постійного інформування або динамічного обмеження потужності автомобіля. Відповідно до вимог *General Safety Regulation (EU) 2019/2144 (GSR2)*, з липня 2024 р. ISA стала обов'язковою для всіх нових автомобілів, що продаються на ринку Європейського Союзу, незалежно від класу транспортного засобу. Це є частиною стратегічного курсу ЄС на досягнення нульового рівня смертності (*Vision Zero*) до 2050 р.



Рис. 3. Система сповіщення про перевищення швидкості

Система ISA функціонує на основі комбінації кількох технологічних каналів:

- глобальної системи позиціонування (GPS), яка визначає поточне місце розташування автомобіля й зіставляє його з базою даних дорожніх обмежень;
- камер розпізнавання дорожніх знаків (*Traffic Sign Recognition*), які фіксують швидкісні обмеження в режимі реального часу;
- бортових сенсорів та CAN-шини, що аналізують динаміку руху, даючи змогу системі адаптивно впливати на подання палива чи електроенергії [3].

У практичному застосуванні розрізняють три основні режими ISA:

- 1) інформативний (*Informative ISA*) – система лише повідомляє водія про перевищення швидкості за допомогою візуального або звукового сигналу;
- 2) підтримувальний (*Advisory ISA*) – система чинить легкий тактильний опір на педалі акселератора (зворотний зв'язок), спонукаючи водія зменшити швидкість;
- 3) примусовий (*Intervening* або *Mandatory ISA*) – система автоматично обмежує крутий момент двигуна, не даючи змогу суттєво перевищувати ліміт швидкості.

За спостереженнями Європейської комісії та ETSC (*PIN Report 2025*), впровадження ISA може забезпечити скорочення кількості смертельних ДТП на 20 % у середньостроковій перспективі (5–7 років) і до 30 % – у довгостроковій за умови масового оновлення автопарку. Ефект найбільш відчутний у міських зонах, де перевищення швидкості навіть на 10 км/год значно збільшує ризик наїзду на пішоходів.

Однак дослідження *European Automobile Manufacturers' Association* (ACEA) та випробування *Euro NCAP* (2023) демонструють, що ISA не є безпомилковою системою: помилки виникають через неточності GPS, відсутність актуальних карт обмежень швидкості або пошкоджені / забруднені дорожні знаки. Крім того, водії можуть тимчасово вимикати ISA або ігнорувати її сигнали, що знижує ефективність у реальних умовах. Саме тому сучасна політика ЄС спрямована не лише на впровадження технології, а й на підвищення якості дорожньої інфраструктури, оновлення баз даних швидкісних обмежень і просвітницькі кампанії серед водіїв [5].

У контексті України, де перевищення швидкості залишається провідною причиною смертельних ДТП (понад 50 % випадків),

технологія ISA може стати одним із найефективніших інструментів профілактики. Її інтеграція до автопарку державних структур, комерційних перевізників і служб таксі дасть змогу поступово знизити середню швидкість руху в містах на 3–5 км/год, що, за розрахунками ІТF/OECD, еквівалентно скороченню смертності на дорогах на 10–12 %.

У перспективі 2025–2030 рр. для України доцільним є:

- впровадження національної бази даних швидкісних лімітів, сумісної з ISA;
- стимулювання виробників і імпортерів до оснащення нових авто такими системами;
- проведення інформаційних кампаній серед водіїв про переваги використання ISA;
- інтеграція ISA в публічний транспорт і корпоративні автопарки як елемент стандарту безпеки (зокрема ISO 39001).

Отже, інтелектуальна допомога дотримання швидкості є не просто технологічним нововведенням, а ключовим елементом переходу до системи безпечної мобільності, у якій людські помилки не призводять до трагічних наслідків [14].

Автоматичне екстрене гальмування (АЕВ) – доведене скорочення кількості зіткнень із травмами на 50 %.

Автоматична система екстреного гальмування (*Emergency Brake Assist*, або ЕБА) – це електронна система, призначена для управління тиском у гідравлічній системі гальм. Якщо за необхідності екстреного гальмування водій натискає на педаль гальм надто повільно чи слабо, система самостійно збільшує тиск у гальмівні магістралі, до того ж робить вона це набагато швидше за людину.



Рис. 4. Система автоматичного екстреного гальмування (АЕВ)

Гальмівний шлях одних і тих самих автомобілів із шинами різних виробників може відрізнятись на кілька метрів [16].

Рівняння для розрахунку гальмівного шляху автомобіля:

$$S_T = \frac{k_p}{254 \cdot \varphi_{зч}} v_0^2, \quad (1)$$

де S_T – гальмівний шлях, м;

k_p – гальмівний коефіцієнт;

v_0 – швидкість на початку гальмування, км/год;

$\varphi_{зч}$ – коефіцієнт зчеплення з дорогою.

У технічній характеристиці автомобіля подано значення гальмівного шляху до повної зупинки в разі швидкості 100 км/год по сухій дорозі.

Очевидно, гальмівний коефіцієнт може визначати якість гальмівних властивостей автомобіля за різної швидкості руху й дорожніх умов. Виконавши перетворення рівняння (1), отримаємо гальмівний коефіцієнт:

$$k_p = 0,025 S_T \cdot \varphi_{зч}. \quad (2)$$

Отже, гальмівний коефіцієнт може бути прийнятий як узагальнювальний показник активної безпеки автомобілів.

Пасивна безпека – це сукупність конструктивних та експлуатаційних властивостей автомобіля, спрямованих на зниження тяжкості дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Системи пасивної безпеки спрацьовують унаслідок зіткнення, коли активні системи безпеки не допомогли водієві уникнути інциденту.

Містить такі елементи: ремені безпеки; натягувачі ременів безпеки; активні підголовники; подушки безпеки; безпечна конструкція кузова; аварійний розмикач акумуляторної батареї; інші пристрої (дитячі системи безпеки тощо) [16].

Узагальнювальним показником пасивної безпеки може бути кількість зірок, отриманих у рейтингу безпеки EuroNCAP Європейської програми перевірки пасивної безпеки серійних легкових автомобілів [16].

Отже, узагальнювальний критерій оцінки безпеки автомобілів може бути визначений з рівняння

$$K_6 = \frac{1,8 S_T}{n_3 \cdot S_{T\min}}, \quad (3)$$

де n_3 – кількість зірок, отриманих в оцінному рейтингу краш-тестів;

S_T – гальмівний шлях за умови швидкості 100 км/год, м;

$S_{T\min}$ – найменший гальмівний шлях серед усіх учасників експерименту автомобілів, м.

Підняті пішохідні переходи, острівці безпеки, звуження смуг сприяють зниженню ймовірності смертельного наїзду на пішохода на 40–60 %.

Перелічені запобіжні елементи належать до найефективніших у так званій «поблажливій інфраструктурі» (*forgiving infrastructure*), що є ключовим компонентом підходу *Safe System*. Їхнє основне призначення полягає в зменшенні кінетичної енергії потенційного зіткнення та мінімізації наслідків людських помилок через геометричні обмеження дорожнього простору, які природно спонукають водіїв знижувати швидкість і підвищують видимість пішоходів.

Підняті пішохідні переходи поєднують функції переходу й «лежачого поліцейського», піднімаючи рівень проїжджої частини до рівня тротуару. Це покращує видимість пішоходів, зменшує швидкість руху автомобілів у середньому на 10–15 км/год та забезпечує скорочення кількості наїздів на пішоходів на 40–60 % (за інформацією *European Road Safety Observatory*, 2023). Досвід Швеції, Данії та Нідерландів демонструє, що впровадження таких переходів поблизу шкіл, лікарень і зупинок громадського транспорту суттєво підвищує рівень довіри громадян до системи безпеки руху [14].

Острівці безпеки (*central refuges*) створюють можливість для пішохода перетнути дорогу у два етапи, зосереджуючи увагу лише на одному напрямку руху під час кожного переходу. Це рішення не лише підвищує безпеку, а й зменшує час очікування для пішоходів на 20–30 % і скорочує ризик смертельного наїзду на 40–50 % (за спостереженням *UK Department for Transport*, 2022). Крім того, острівці покращують сприйняття вулиці як «змішаного простору», що сприяє формуванню культури поведінки й поваги між усіма учасниками дорожнього руху [10].

Звуження смуг руху (*lane narrowing*) – ще один ефективний інструмент управління швидкістю. Оптимальна ширина смуги для міських вулиць становить 2,75–3,0 м, що психологічно змушує водіїв їхати обережніше. Дослідження *Transportation Research Board* (TRB, 2021) показують, що зменшення ширини смуги з 3,5 м до 3,0 м спричиняє зниження середньої швидкості на 7–10 км/год без негативного впливу на пропускну здатність у зонах з обмеженням 50 км/год. У європейських містах (Осло, Амстердам, Відень) звуження смуг застосовують у комплексі з піднятими переходами, зеленими насадженнями та велоінфраструктурою, що формує «вулиці спокійного руху» (*calm streets*).

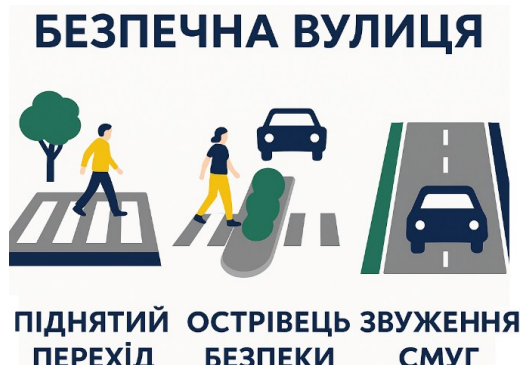


Рис. 5. Система заходів «Безпечна вулиця»

Автоматизований контроль швидкості є одним із найбільш ефективних інструментів зниження аварійності в міських умовах і на магістральних дорогах. Згідно з інформацією Європейської комісії (ЕС, 2024) та Європейської ради з безпеки транспорту (ETSC, *PIN Report* 2025), упровадження систем фіксування перевищень швидкості забезпечує зменшення середніх швидкостей у населених пунктах на 2–4 км/год, що, відповідно до емпіричної моделі *Power Model* (Elvik, 2009), еквівалентно скороченню кількості ДТП із тяжкими наслідками на 5–7 % і смертельних випадків – на 10–15 %.

У країнах Європейського Союзу автоматизований контроль є обов'язковим елементом національних стратегій безпеки руху. Наприклад, у Швеції та Нідерландах система працює за принципами *Vision Zero*, забезпечуючи покриття понад 60 % міських магістралей, де встановлено стаціонарні та мобільні камери. Дослідження *Transportøkonomisk institutt* (ТØІ, Норвегія) показують, що після встановлення камер спостерігається зниження кількості ДТП на 20–25 % на контрольованих ділянках і на 10–15 % у прилеглих зонах завдяки «ефекту поширення».

В Україні система автоматичного фіксування порушень швидкісного режиму почала розгортатися з 2020 р. За офіційними джерелами МВС України та Патрульної поліції, станом на 2024 р. працює понад 600 стаціонарних камер у 23 областях країни. Згідно зі статистичними звітами, у місцях, де встановлено камери, кількість ДТП із загиблими скоротилася в середньому на 17–22 %, а з травмованими – на 10–15 %. У Києві та Київській області цей ефект виявився ще вищим завдяки високій щільності контролю [13].

Окрім зниження швидкості, автоматизований контроль виконує виховну та превентивну функцію: регулярна присутність камер стимулює водіїв дотримуватись правил на-

віть за їх відсутності («ефект постійного спостереження»). За оцінками Європейського парламенту (2023), у країнах, де камери фіксують не лише перевищення швидкості, а й проїзд на червоне світло, загальна кількість ДТП на перехрестях знижується на 35–40 % [11].

Подальший розвиток таких систем в Україні має передбачати розширення мережі камер, інтеграцію їх із міськими транспортними центрами управління рухом, а також створення єдиної аналітичної платформи для виявлення ділянок підвищеного ризику (*black spots*) [15].



Рис. 6. Система автоматизованого контролю швидкості

Це дасть змогу не лише фіксувати порушення, а й управляти дорожнім середовищем у режимі реального часу, що є ключовим складником концепції *Safe System*.

Висновки

Глобальні тенденції свідчать, що зниження рівня дорожньо-транспортного травматизму можливе лише за умови впровадження системного, науково обґрунтованого підходу до управління безпекою дорожнього руху. Країни, які реалізували принципи *Safe System* і *Vision Zero* (Швеція, Норвегія, Нідерланди), досягли рівнів смертності менше ніж 20 загиблих на 1 млн населення, що є найкращими показниками у світі.

Україна, попри складні соціально-економічні умови й вплив воєнного стану, має потенціал досягти значного зниження смертності на дорогах завдяки поєднанню технологічних, інфраструктурних і управлінських рішень. Поточний рівень – приблизно 82 загиблих/млн – можна скоротити на 40–50 % до 2030 р. за реалізації комплексної програми БДР [9].

Упровадження управлінських систем ISO 39001 дає змогу структурувати політику безпеки дорожнього руху на рівні підпри-

ємств і державних органів, забезпечуючи цикл постійного вдосконалення (PDCA) та прозору оцінку результатів.

Комплексний підхід, що поєднує технології, інфраструктуру, законодавче регулювання й освіту, має стати основою Національної стратегії безпеки дорожнього руху України впродовж 2025–2030 рр. Тільки системне впровадження доказових рішень, оснований на міжнародних стандартах, сприятиме досягненню реального зниження смертності й травматизму [7].

Література

1. European Transport Safety Council (ETSC). Progress in Reducing Road Deaths in the EU, 2024. 18th Road Safety Performance Index (PIN) Report. Brussels: ETSC, 2024. 90 p.
2. European Transport Safety Council (ETSC). 19th Road Safety Performance Index (PIN) Report. Brussels, 2025. 84 p.
3. World Health Organization. Global Status Report on Road Safety 2023. Geneva: WHO, 2023. 412 p.
4. European Commission. Road Safety Statistics 2024 – Detailed Data and Country Comparisons. Brussels, 2024. 55 p.
5. Organisation for Economic Co-operation and Development / International Transport Forum (OECD/ITF). Safe System Implementation. Paris: OECD, 2023. 102 p.
6. Euro NCAP. Annual Safety Assessment Report 2024. Brussels: European New Car Assessment Programme, 2024. 67 p.
6. Міністерство внутрішніх справ України. Аналітичний звіт про стан аварійності на дорогах України за 2024 рік. Київ: МВС, 2025. 42 с.
7. Патрульна поліція України. Офіційна статистика дорожньо-транспортних пригод за 2022–2024 роки. Київ, 2025. 33 с.
8. Міністерство інфраструктури України. Національна стратегія підвищення безпеки дорожнього руху до 2030 року. Київ, 2023. 28 с.
9. Київський національний університет будівництва і архітектури. Транспортні технології та безпека руху: зб. наук. праць. Київ: КНУБА, 2024. Вип. 18. С. 44–58.
10. Національна поліція України. Офіційний портал статистики ДТП. [Електронний ресурс]. URL: <https://patrol.police.gov.ua/statystyka>.
11. Державна служба статистики України. Безпека дорожнього руху: аналітичний збірник. Київ, 2024. 61 с.
13. Міністерство охорони здоров'я України. Медико-соціальні наслідки дорожньо-транспортного травматизму в Україні. Київ, 2023. 37 с.
14. Інститут транспортних систем і технологій НАН України. Оцінка ефективності систем автоматичного контролю швидкості. Дніпро, 2024. 29 с.
15. Кравченко О. М., Дяченко І. В. Інженерні рішення для підвищення безпеки руху на міських вулицях. Вісник ХНАДУ. Харків, 2024. Вип. 87. С. 112–119.
16. Бажинова Т. О. Оцінка автомобілів за рахунок визначення показників якості на етапі експлуатації: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20. Харків, 2018. 162 с.

References

1. European Transport Safety Council (ETSC). Progress in Reducing Road Deaths in the EU, 2024. 18th Road Safety Performance Index (PIN) Report. Brussels: ETSC, 2024. 90 p.
2. European Transport Safety Council (ETSC). 19th Road Safety Performance Index (PIN) Report. Brussels: ETSC, 2025. 84 p.
3. World Health Organization. Global Status Report on Road Safety 2023. Geneva: WHO, 2023. 412 p.
4. European Commission. Road Safety Statistics 2024 – Detailed Data and Country Comparisons. Brussels: European Commission, 2024. 55 p.
5. Organisation for Economic Co-operation and Development / International Transport Forum (OECD/ITF). Safe System Implementation. Paris: OECD, 2023. 102 p.
6. Euro NCAP. Annual Safety Assessment Report 2024. Brussels: European New Car Assessment Programme, 2024. 67 p.
7. Ministry of Internal Affairs of Ukraine. Analytical Report on the State of Road Accidents in Ukraine for 2024. Kyiv: MIA of Ukraine, 2025. 42 p.
8. Patrol Police of Ukraine. Official Statistics on Road Traffic Accidents for 2022–2024. Kyiv: Patrol Police, 2025. 33 p.
9. Ministry of Infrastructure of Ukraine. National Road Safety Strategy until 2030. Kyiv: Ministry of Infrastructure, 2023. 28 p.
10. Kyiv National University of Construction and Architecture. Transport Technologies and Traffic Safety: Collection of Scientific Papers. Kyiv: KNUCA, 2024. Issue 18. P. 44–58.
11. National Police of Ukraine. Official Road Traffic Accident Statistics Portal. [Electronic resource]. URL: <https://patrol.police.gov.ua/statystyka>
- State Statistics Service of Ukraine. Road Safety: Analytical Report. Kyiv: State Statistics Service, 2024. 61 p.
12. Ministry of Health of Ukraine. Medical and Social Consequences of Road Traffic Injuries in Ukraine. Kyiv: Ministry of Health, 2023. 37 p.
13. Institute of Transport Systems and Technologies of the National Academy of Sciences of Ukraine.
14. Evaluation of the Effectiveness of Automated Speed Control Systems. Dnipro: ISTT NAS of Ukraine, 2024. 29 p.
15. Kravchenko O.M., Diachenko I.V. Engineering Solutions to Improve Road Safety on Urban Streets. Bulletin of KhNADU. Kharkiv, 2024. Issue 87. P. 112–119.
16. Bazhynova T.O. Evaluation of Vehicles Based on the Determination of Quality Indicators at the Operation Stage: PhD Thesis (Technical Sciences), Specialty 05.22.20. Kharkiv, 2018. 162 p.

Бажинов Олексій Васильович¹, д-р техн. наук, проф. кафедри інжинірингу систем автомобільного транспорту імені Говорущенка М. Я., тел. +38 098-337-94-45, alexeybazhinov@gmail.com;

Кривда Віталій Валентинович², канд. техн. наук, доц. кафедри автомобільного транспорту, тел. +38 050-920-80-80, krivda.v.v@nmu.one;

Гаск Євген Анатолійович², канд. техн. наук, доц. кафедри автомобільного транспорту, тел. +38 099-357-37-84, gakevgen@gmail.com;

Олішевська Валентина Євгенівна², канд. техн. наук, доц. кафедри автомобільного транспорту, тел. +38 (099)-366-88-45, olishevska.v.ye@nmu.one;

Корніленко Костянтин Ігорович², старший викладач кафедри автомобільного транспорту, Kornilenko.k.i@nmu.one.

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 61002, Україна, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

²Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 49005, Україна м. Дніпро, проспект Дмитра Яворницького, 19.

Information systems of vehicle road traffic safety

Abstract. The article provides a systematic review of modern approaches to road traffic safety, focused on the Safe System paradigm and the European framework Vision Zero, as well as on the regulatory requirements of GSR2 (Regulation (EU) 2019/2144) and the management standard ISO 39001. Methodologically, the study is based on the analysis of international reports (WHO, ITF/OECD, ETSC), European Union regulatory documents, and official Ukrainian statistics (Patrol Police, Ministry of Internal Affairs) for the years 2022–2024. The paper presents summarized indicators of road traffic accidents in Ukraine (accidents with casualties, number of fatalities and injuries) and the structure of key causes of fatal crashes, with a focus on speed management and vulnerable road users. **Problem.** Currently, the problem of energy independence is one of the most urgent. Consequently, there is a significant need for alternative sources of power. Along with this, throughout the history of human development, the issues of roads and their quality have been very topical and relevant. It is especially true for Ukraine. With the development of science and technology, these issues are expanded by functionality of roads, their safety both for drivers and for other road users and the ability to perform several functions simultaneously, for example, to provide transport traffic and generate electricity. **Goal.** The goal is to develop a method for road marking and the automatic control of road traffic using multifunctional road panels. **Methodology.** The analytical methods of research on the development and application of methods and devices for transforming the energy of the sun into

electricity were used. Methods of mathematical modulation were used when considering the principle of multi-functional road panels, combined in one system. **Results.** The functional features of multi-functional road panels of pavement are revealed and their scheme on the roadway is presented. The principle of operation of the road as a unified system of multi-functional road surface panels has been researched. The scheme of implementation of road marking and automatic control of road traffic is presented. **Originality.** It is suggested to use special plates – multi-functional road panels – instead of the top layer of the road cover. Such an upper layer of road clothing will allow the road, as an integral complex system, to perform several functions simultaneously: to be a part of the road for motor transport, to generate electricity and to draw a road marking independently, and if necessary, to change it. **Practical value.** The use of the proposed method for road markings and automatic control of road traffic will enable the achievement of high-quality performance and rapid changes to road markings at any time of the year and day, depending on current natural and traffic conditions. Also, the proposed road pavement will generate electricity as an alternative renewable source of energy.

Key words: road traffic safety, safety, vehicle safety systems, road safety standards, smart roads.

Bazhinov Oleksii¹, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Automotive Transport Systems Engineering named after M. Ya. Hovorushchenko, tel. +38 098-337-94-45,

e-mail: alexeybazhinov@gmail.com;

Krivda Vitalii², PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Automotive Transport, tel. +38 050-920-80-80,

e-mail: krivda.v.v@nmu.one;

Haiek Yevhen², PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Automotive Transport, tel. +38 099-357-37-84,

e-mail: gakevgen@gmail.com;

Olishevska Valentyna, PhD, Associate Professor of the Department of Motor Vehicle Transport tel. +38 (099)-366-88-45,

e-mail: olishevska.v.ye@nmu.one;

Kornilenko Kostiantyn, Senior Lecturer Department of Motor Vehicle Transport, E-mail: Kornilenko.k.i@nmu.one.

¹Kharkov National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine.

²National Technical University “Dnipro Polytechnic”, 19 Dmytro Yavornytskyi Avenue, Dnipro, 49005, Ukraine