

УДК 656.07:005.334

[https://doi.org/10.32515/2664-262X.2025.11\(42\).2.278-285](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2025.11(42).2.278-285)

Д. О. Кульова, д-р філос., С. О. Магопєць, доц., канд. техн. наук,
О. М. Лівіцький, канд. техн. наук

*Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна
e-mail: d.coolava@gmail.com, magserg@ukr.net, Livitskyi885@gmail.com*

Безпека дорожнього руху в Україні: оцінювання ризиків і перспективи цифровізації

У статті проведено оцінювання ризиків порушень безпеки дорожнього руху, які є передумовами виникнення дорожньо-транспортних пригод з вини водіїв. Особливу увагу приділено ролі технічного розслідування та автотехнічної експертизи як інструментів виявлення джерел ризиків і формування превентивних заходів. Результати ранжування на основі частоти подій і експертної оцінки тяжкості наслідків дозволили виокремити найбільш критичні порушення, що потребують першочергової уваги з боку системи управління дорожнім рухом. Запропоновано рекомендації щодо впровадження сучасних смарт-технологій з метою зниження рівня ризиків. Обґрунтовано доцільність впровадження проактивного підходу до забезпечення безпеки дорожнього руху, з урахуванням сучасних викликів та обмежень, характерних для транспортної системи України.

ризик, показники ризику, безпека дорожнього руху, смарт-технології, експертиза дорожньо-транспортних пригод

Постановка проблеми. Безпека перевезень на автомобільному транспорті є одним із ключових чинників забезпечення стабільного функціонування транспортної системи України. Незважаючи на розробку і впровадження системних заходів державної політики у сфері безпеки на транспорті, стан аварійності на автомобільному транспорті залишається складним.

За даними Державної служби України з безпеки на транспорті (Укртрансбезпека), у 2024 році на автошляхах України сталося 3532 дорожньо-транспортні пригоди (ДТП) за участю ліцензованого автомобільного транспорту, що надає послуги з перевезення пасажирів та вантажів в т.ч. небезпечних, а також здійснює міжнародні перевезення [1]. Внаслідок зазначених ДТП загинуло 186 осіб, ще 1127 отримали травми. У порівнянні з 2023 роком кількість ДТП зросла на 25,3 %, кількість загиблих збільшилась на 12 %, а кількість травмованих – на 18,6 %.

Найбільшу частку у кількості аварійних подій здійснили водії вантажних автомобілів, що перевозили небезпечні вантажі (зростання ДТП на 62,4 %). Також виявлено, що понад 56 % аварійних подій сталися з транспортними засобами (ТЗ), період експлуатації яких перевищує 10 років, що свідчить про важливість оновлення рухомого складу та контролю його технічного стану.

У зв'язку з цим актуальним є впровадження системного ризик-орієнтованого підходу до аналізу та управління безпекою автомобільних перевезень і розробка сучасних смарт-технологій, що дозволять своєчасно виявляти, оцінювати і мінімізувати ризики ДТП.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Управління ризиками в сфері транспорту є одним із пріоритетних напрямів наукових досліджень [2-4]. Зростання ДТП з вини водіїв вантажних автомобілів під час перевезення небезпечних вантажів показують необхідність впровадження системно-направленого підходу [5-7] до управління ризиками, оскільки наслідки в результаті аварійних подій з такими вантажами, завжди мають більш серйозний характер. Робота [3] присвячена оцінюванню

ризиків перевезення нафтопродуктів з точки зору їх схоронності. Визначено, що ризик витоку нафтопродуктів через механічні пошкодження цистерни спричинені ДТП, посідає друге місце серед семи ідентифікованих ризиків несхоронних перевезень, що свідчить про високий рівень потенційної небезпеки даного чинника та необхідність його врахування під час розроблення заходів з управління ризиками, пов'язаними із забезпеченням безпеки перевізного процесу з небезпечними вантажами.

У сучасних дослідженнях розглядаються різноманітні аспекти аварійності на транспорті, що охоплюють технічний стан ТЗ [8], вплив людського фактору [9], якість дорожньої інфраструктури, ефективність нормативно-правового регулювання [10]. Вони формують умови безпечного функціонування транспортної системи. Наявність недоліків вищезазначених аспектів створює потенційні ризики для перевізного процесу. Це, у свою чергу, зумовлює потребу у використанні сучасних методів їх ідентифікації, оцінювання та управління. У зв'язку з цим, особливу увагу науковці приділяють удосконаленню методів аналізу ризиків на основі статистичних моделей, побудови матриць ризиків [8 11] та застосування методів багатофакторного аналізу [9], оскільки ці інструменти дозволяють системно оцінювати ризики, враховуючи широкий спектр чинників, які на них впливають.

Зокрема в роботі [12] розроблено методологію вибору оптимального маршруту для перевезення небезпечних вантажів з урахуванням двох груп критеріїв ризику: імовірності виникнення надзвичайних ситуацій та складності ліквідації їх можливих наслідків. В дослідженні використовуються формалізовані алгоритми оцінювання ризиків, експертні методи ранжування критеріїв безпеки на маршруті, а також багатокритеріальні підходи до вибору найбільш безпечного маршруту. Цей підхід може бути використаний як інструмент підтримки прийняття рішень при плануванні безпечних логістичних маршрутів. Наступним етапом розвитку таких рішень є впровадження смарт-технологій, що забезпечують автоматизований збір даних, їхню обробку та оперативне реагування на ризикові фактори в режимі реального часу [13].

На сьогоднішній день розробка і застосування смарт-технологій в сфері безпеки дорожнього руху (БДР) розглядається як перспективний напрям розвитку транспортної галузі. Серед ключових рішень цифровізації перевізного процесу виділяють застосування інтелектуальних транспортних систем (Intelligent Transportation Systems), телематики (Telematics), Інтернету речей (Internet of Things, IoT), штучного інтелекту (Artificial Intelligence) та автоматизованого моніторингу технічного стану ТЗ (Vehicle Health Monitoring Systems) і поведінки водіїв (Driver Monitoring Systems), що стає невід'ємною частиною розвитку концепції смарт-міст із безпечною та інтегрованою транспортною інфраструктурою [14, 15].

Метою роботи є оцінювання типових ризиків порушень безпеки дорожнього руху з боку водіїв автомобільного транспорту з визначенням їх пріоритетності та формуванням пропозицій щодо впровадження заходів управління ними.

Для реалізації поставленої мети в роботі вирішуються наступні завдання:

- провести ідентифікацію основних типових порушень безпеки дорожнього руху водіями транспортних засобів, що призводять до дорожньо-транспортних пригод;
- оцінити ризики безпеки дорожнього руху, пов'язаних з водіями, на основі відносної частоти подій та сумарної експертної оцінки тяжкості їх наслідків;
- сформулювати рекомендації щодо застосування смарт-технологій для мінімізації оцінених ризиків.

Виклад основного матеріалу. Одним із важливих інформаційних ресурсів для загального оцінювання ризиків в сфері дорожнього руху (ДР) – є результати технічного розслідування ДТП, катастроф, аварій на автомобільному та міському електричному

(трамвай, тролейбус) транспорті. Розслідування дозволяють визначити джерела ризиків, проаналізувати системні помилки в організації ДР, вплив технічного стану ТЗ та дії водіїв.

Розслідування проводиться комісією, утвореною центральним органом виконавчої влади, який забезпечує реалізацію державної політики з питань безпеки на наземному транспорті, або його територіальним органом за місцем події. Строк проведення розслідування становить 30 діб з моменту створення комісії, з можливістю продовження за необхідності.

Комісія працює за планом, який передбачає основні напрями діяльності, строки виконання завдань та призначення відповідальних виконавців. Проект плану розглядається на організаційному засіданні комісії та затверджується її головою. До складу комісії, за необхідності, можуть додатково залучатися експерти, фахівці, вчені, спеціалісти центральних і місцевих органів виконавчої влади. Процедура включає збір і аналіз інформації щодо технічного, організаційного стану перевізного процесу.

У межах розслідування ДТП, у разі потреби, може призначатися технічна експертиза. Така експертиза є процедурою, що проводиться з метою встановлення технічних причин ДТП, механізму її виникнення, відповідності дій учасників ДР вимогам Правил дорожнього руху та можливості запобігання події. Порядок призначення та проведення таких експертиз регулюється Законом України «Про судову експертизу», Кримінальним процесуальним кодексом України, а також Інструкцією про призначення та проведення судових експертиз та експертних досліджень, затвердженою наказом Міністерства юстиції України № 53/5. Автотехнічна експертиза може бути як частиною державного розслідування ДТП, так і окремою дією в межах досудового розслідування або судового процесу. Її результати мають доказове значення та можуть впливати як на висновки комісії, так і на прийняття правових рішень щодо винуватості учасників події.

За результатами розслідування складається офіційний акт, висновки з якого стають підґрунтям для розробки превентивних заходів, спрямованих на зменшення аварійності, удосконалення нормативно-правових вимог і підвищення ефективності функціонування системи управління безпекою на транспорті.

Рекомендації комісії базуються на аналізі виявлених відхилень у функціонуванні дорожньо-транспортної системи та систем управління безпекою руху. Ці відхилення безпосередньо не вплинули на конкретну подію, але становлять загрозу, тобто є фактичними і потенційними ризиками. Серед ключових напрямів превенції можливо виділити наступні: удосконалення вимог до технічного стану ТЗ, технічних засобів, організації ДР та конструктивних елементів автомобільної дороги; утримання ТЗ, а також інших об'єктів автомобільного транспорту в належному технічному стані та забезпечення проведення їх державного технічного огляду в установленому порядку; удосконалення систем підготовки персоналу, діяльність яких пов'язана з перевезенням пасажирів і вантажів та водіїв. У разі виявлення системних проблем, комісія може також ініціювати зміни до чинних нормативно-правових актів та пропонувати організаційно-технічні рішення для мінімізації виявлених ризиків.

Поряд із висновками, що формуються на основі технічних розслідувань ДТП, важливим джерелом ідентифікації ризиків в сфері ДР залишаються статистичні дані. Вони дозволяють виявити домінуючі типи порушень БДР, їх частоту, що є основою для кількісного оцінювання ризиків.

У звіті про стан безпеки руху та аварійності на наземному транспорті в Україні за 2024 рік, ДТП класифіковано за різними критеріями: передумови виникнення; маршрути руху ТЗ; пора доби; вид події; період експлуатації ТЗ; кількість загиблих

учасників ДР. Однак з огляду на мету дослідження виявлення та оцінювання ризиків, що порушують БДР, доцільним є формування узагальненого переліку типових небезпечних ситуацій, які стали передумовами виникнення ДТП з вини водіїв.

Для оцінювання ризиків, пов'язаних із типовими порушеннями БДР, використано кількісний підхід, що передбачає застосування виразів, які враховують частоту виникнення подій та умовний коефіцієнт тяжкості наслідків.

Частота виникнення i -го виду порушення БДР розраховується наступним чином:

$$\psi_i = \frac{N_i}{N_{\text{заг}}}, \quad (1)$$

де ψ_i – частота виникнення i -го типу порушення у загальній структурі ДТП;

N_i – кількість випадків i -го типу порушення у звітному році;

$N_{\text{заг}}$ – загальна кількість ДТП у звітному році.

Ризик порушення БДР розраховується за формулою:

$$R_i = \psi_i \cdot Y_i, \quad (2)$$

де Y_i – умовний коефіцієнт тяжкості наслідків i -го типу порушення.

Для кожного типового порушення БДР застосовано умовний коефіцієнт тяжкості наслідків Y_i , визначений експертним методом за шкалою від 1 до 10. Даний коефіцієнт відображає інтегральну оцінку тяжкості наслідків з урахуванням трьох основних складових: загибелі або травмування учасників ДР, матеріальних збитків (пошкодження ТЗ, вантажу або елементів дорожньої інфраструктури), а також порушення безперервності перевізного процесу (затримки, збої, блокування руху). Цей показник визначається за формулою:

$$Y_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m Y_{ij}, \quad (3)$$

де m – кількість експертів;

Y_{ij} – інтегральна оцінка j -м експертом для i -го порушення:

$$Y_{ij} = \frac{w_1 \cdot A_{ij} + w_2 \cdot B_{ij} + w_3 \cdot C_{ij}}{w_1 + w_2 + w_3}, \quad (4)$$

де A_{ij}, B_{ij}, C_{ij} – оцінки за відповідними критеріями, виставлені j -м експертом для i -го порушення;

w_1, w_2, w_3 – вагові коефіцієнти критеріїв.

Для наочного уявлення результату оцінених ризиків R_i ранжуються в порядку спадання величини:

$$[R_1, R_2, \dots, R_n], \quad (5)$$

де $R_1 \geq R_2 \geq \dots \geq R_n$.

Результати оцінювання показників ризиків зведено в табл. 1.

Аналіз наведених показників (табл. 1) свідчить про те, що найбільш критичними порушеннями БДР є: порушення правил маневрування 3,271; недотримання дистанції та інтервалу руху 2,203; перевищення швидкості руху 1,679. Дані порушення мають найбільші значення ризику і потребують першочергового впровадження інноваційних рішень для зниження їх рівня. Водночас найменші значення ризику зафіксовано для таких порушень: сон за кермом 0,004; керування у нетверезому стані 0,004 та порушення правил проїзду залізничних переїздів 0,003. Попри низьку частоту, ці

порушення характеризуються високою потенційною небезпекою, а тому також потребують впровадження відповідних заходів для зниження загального рівня ризику.

Таблиця 1 – Результати оцінювання показників типових порушень безпеки дорожнього руху

№ з/п	Типові порушення безпеки дорожнього руху	Частота порушень (ψ_i)	Інтегральна оцінка тяжкості наслідків (Y)	Ризик порушення безпеки дорожнього руху (R_i)
1	Порушення правил маневрування	0,399	8,2	3,271
2	Недотримання дистанції та інтервалу руху	0,290	7,6	2,203
3	Перевищення швидкості руху	0,227	7,4	1,679
4	Порушення правил проїзду перехресть	0,039	6,2	0,241
5	Порушення правил обгону та/або виїзду на смугу зустрічного руху	0,024	6,4	0,153
6	Експлуатація технічно несправних транспортних засобів	0,012	5,4	0,064
7	Порушення правил проїзду зупинок громадського транспорту	0,006	5,2	0,031
8	Сон за кермом	0,001	4,6	0,004
9	Керування у нетверезому стані	0,001	4,0	0,004
10	Порушення правил проїзду залізничних переїздів	0,001	3,2	0,003

Джерело: розроблено авторами

З метою зменшення ризиків, пов'язаних із найпоширенішими порушеннями безпеки дорожнього руху, доцільним є впровадження смарт-технологій, здатних запобігати виникненню критичних ситуацій або мінімізувати їх наслідки. Так, для порушення правил маневрування ефективними є системи допомоги при зміні смуги (Lane Keeping Assist), камери кругового огляду та інтелектуальні сенсори, що дозволяють водію краще орієнтуватися в просторі. У випадках недотримання дистанції доцільним є впровадження адаптивного круїз-контролю (Adaptive Cruise Control) та систем попередження про небезпеку зіткнення (Forward Collision Warning System), які в режимі реального часу оцінюють ситуацію на дорозі та втручаються в керування.

Для боротьби з перевищенням швидкості доцільно використовувати інтелектуальні обмежувачі швидкості (Intelligent Speed Assistance), які синхронізуються з GPS-даними та дорожніми знаками, автоматично коригуючи швидкість руху. Порушення правил проїзду перехресть можна мінімізувати завдяки V2I-комунікаціям (Vehicle-to-Infrastructure), які забезпечують обмін інформацією між транспортними засобами та світлофорами, а також системам попередження про небезпечні перехрестя (Intersection Collision Warning System).

Для зменшення кількості ДТП, спричинених порушенням правил обгону або виїздом на зустрічну смугу, доцільним є застосування систем виявлення мертвих зон (Blind Spot Detection) та утримання в смузі з функцією попередження. Проблему експлуатації технічно несправних транспортних засобів можуть вирішити вбудовані IoT-датчики, які контролюють ключові параметри ТЗ, зокрема гальмівну систему, тиск у шинах, стан освітлення, а також предиктивне обслуговування, що дозволяє виявити несправності ще до їх критичного прояву.

Порушення правил проїзду зупинок громадського транспорту можна зменшити завдяки системам розпізнавання зупинок із автоматичним сповільненням руху та камерам, що виявляють присутність пішоходів. У випадках керування у стані втоми ефективними є системи моніторингу уваги водія (Driver Drowsiness Detection), які аналізують рух очей, положення голови та стиль керування, запобігаючи втраті контролю.

Аналогічно, для запобігання керуванню у нетверезому стані можуть використовуватись алкозамки, а також аналіз поведінки водія на основі цифрових профілів.

Особливу увагу слід приділити переїздам через залізничні колії – інтеграція V2X-технологій (Vehicle-to-Everything) і систем попередження про наближення поїздів забезпечить своєчасне інформування водіїв і автоматичне блокування руху на небезпечній ділянці.

Інтеграція смарт-технологій у систему управління дорожнім рухом створює підґрунтя для формування проактивного підходу до безпеки, дозволяючи не лише реагувати на наслідки порушень, а й своєчасно запобігати їм. Водночас слід враховувати, що впровадження таких технологічних рішень в Україні потребує модернізації дорожньої мережі, забезпечення належної технічної бази та адаптацію нормативної бази. Проте навіть часткова реалізація зазначених рішень може суттєво знизити рівень ризиків і сприяти підвищенню загальної безпеки на автошляхах.

Висновки

1. Визначено роль технічного розслідування та автотехнічної експертизи дорожньо-транспортних пригод як ключових інструментів в аналізі причин аварійних подій, виявленні джерел ризиків та формуванні обґрунтованих заходів підвищення безпеки дорожнього руху.

2. Наведено ідентифікацію ризиків типових порушень в безпеці дорожнього руху й визначено передумови виникнення дорожньо-транспортних пригод з вини водіїв.

3. Здійснено оцінювання ризиків на основі частоти подій та експертної оцінки тяжкості їх наслідків. Визначено, що найбільшу величину ризику мають: порушення правил маневрування; недотримання дистанції та інтервалу руху; перевищення швидкості руху. Найменші значення ризику зафіксовано для таких порушень: сон за кермом; керування у нетверезому стані; порушення правил проїзду залізничних переїздів. Незважаючи на те, що ці порушення мають низьку частоту, вони характеризуються високим рівнем потенційної небезпеки, що потребує розробки заходів мінімізації рівнів ризиків.

4. Результати дослідження дали можливість запропонувати рекомендації щодо мінімізації оцінених ризиків з застосуванням смарт-технологій, таких як адаптивні системи круїз-контролю (Adaptive Cruise Control), системи попередження про небезпеку зіткнення (Forward Collision Warning System), інтелектуальні обмежувачі швидкості (Intelligent Speed Assistance), системи допомоги при зміні смуги (Lane Keeping Assist), системи виявлення мертвих зон (Blind Spot Detection), системи моніторингу уваги водія (Driver Drowsiness Detection), алкозамки, телематичні рішення для контролю технічного стану транспортного засобу, а також інтеграція V2X технологій. Реалізація таких рішень дозволить підвищити рівень управління дорожнім рухом, в тому числі і його безпекою.

Список літератури

1. Аналіз стану безпеки руху та аварійності на наземному транспорті в Україні за 2024 рік. Київ: Державна служба України з безпеки на транспорті. 2024. 46 с.
2. Кульова Д.О. Застосування концептуального підходу ризик-менеджменту в сфері безпеки руху на транспорті. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2024. Вип. 10(41), ч.І. С. 261-269. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10\(41\).1.261-269](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10(41).1.261-269)
3. Аулін В.В., Кульова Д.О., Гриньків А.В., Лисенко С.В. Оцінювання ризиків несхоронних перевезень нафтопродуктів автомобільним транспортом. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2024. Вип. 10(41), ч. II, С. 205-213. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10\(41\).2.205-213](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10(41).2.205-213)
4. Masár M., Hudáková M., Šimák L., Brezina D. The current state of project risk management in the transport sector. Proceedings of the 13th International Scientific Conference on Sustainable, Modern and Safe Transport (TRANSCOM 2019) (High Tatras, Novy Smokovec Slovak Republic, May 29–31, 2019). Transportation Research Procedia. 2019. Vol. 40. P. 1119–1126. DOI: 10.1016/j.trpro.2019.07.156.

5. Аулін В.В., Голуб Д.В., Замуренко А.С., Гриньків А.В., Лисенко С.В., Дьяченко В.О. Теоретичний системно-спрямований підхід до визначення інтегрального показника ефективності реалізації операцій в транспортних системах. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2021. Вип. 4 (35), С. 232-247. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2021.4\(35\).232-247](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2021.4(35).232-247)
6. Аулін В.В., Гриньків А.В., Лисенко С.В., Лівіцький О.М., Чернай А.Є., Голуб Д.В., Головатий А.О. Теоретичне обґрунтування управління функціонуванням технічними та транспортними системами на основі методів системної теорії інформації. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2021. Вип. 4 (35), С. 178-189. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2021.4\(35\).178-189](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2021.4(35).178-189)
7. Аулін В.В., Гриньків А.В., Лисенко С.В., Лівіцький О.М., Головатий А.О. Системно-спрямований підхід до формування інтелектуальної системитехнічного сервісу. «Крамаровські читання»: збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції (Київ, 25-26 лютого 2021 р.) Київ/НУБіП. К.: Видавничий центр НУБіП України. 2021. С. 25-32.
8. Gorzelańczyk P., Kliszewski Ł., Piątkowski P. Analysis of the impact of the technical condition of vehicles on road safety. *The Archives of Automotive Engineering – Archiwum Motoryzacji*. 2023. Vol. 100, № 2. P. 62–74. DOI: <https://doi.org/10.14669/AM/168680>
9. Ghandour A. J., Hammoud H., Al-Hajj S. Analyzing factors associated with fatal road crashes: A machine learning approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. Vol. 17, No. 11. Article No. 4111. P. 1-13. DOI: [10.3390/ijerph17114111](https://doi.org/10.3390/ijerph17114111)
10. Akbari M., Heydari S.T., Razzaghi A., Vali M., Tabrizi R., Bagheri Lankarani K. Effectiveness of interventions for preventing road traffic injuries: A systematic review in low-, middle- and high-income countries. *PLOS ONE*. 2024. Vol. 19, № 12. P. 1-16. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0312428>
11. Аулін В.В., Кульова Д.О., Варваров В.В. Виявлення, аналіз і прогнозування параметрів ризику безвідмовного навантаження готової продукції на транспортно-логістичному терміналі підприємства. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2025. Вип. 11(42), ч.І. С. 263-271.
12. Pustiulha S., Samchuk V., Holovachuk I., Prydiuk V., Klak Y. Methodology for selecting optimal routes for the transportation of dangerous goods in conditions of risk uncertainty. *Transport and Telecommunication*. 2024. Vol. 25, № 2. P. 150–160. DOI: [10.2478/ttj-2024-0011](https://doi.org/10.2478/ttj-2024-0011)
13. Huang X., Wang B., Wu C. Realizing Smart Safety Management in the Era of Safety 4.0: A New Method towards Sustainable Safety. *Sustainability*. 2022. Vol. 14, No. 21. P. 1-21. DOI: <https://doi.org/10.3390/su142113915>
14. Bhattacharya S., Jha H., Nanda R. Application of IoT and Artificial Intelligence in Road Safety. *Proceedings of the 2022 IEEE International Conference (Kolkata, India February 24–26, 2022) Interdisciplinary Research in Technology and Management (IRTM)*. 2022. P. 1-5. DOI: [10.1109/IRTM54583.2022.9791529](https://doi.org/10.1109/IRTM54583.2022.9791529)
15. Bhargavi J., Ashwin B., Tagore L. Smart City Transportation Deep Learning Ensemble Approach for Traffic Accident Detection. *International Scientific Journal of Engineering and Management*. Vol. 4, Issue 2. 2025. P. 1-4. DOI: [10.55041/ISJEM02270](https://doi.org/10.55041/ISJEM02270)
16. Про затвердження Порядку технічного розслідування дорожньо-транспортних пригод, катастроф, аварій на автомобільному та міському електричному (трамвай, тролейбус) транспорті: наказ Міністерство інфраструктури України від 23 червня 2015 р. № 231. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0818-15#Text> (дата звернення: 29 квітня 2025).

References

1. State Service of Ukraine for Transport Safety. (2024). *Analysis of the state of traffic safety and accident rate on land transport in Ukraine for 2024*. Kyiv: State Service of Ukraine for Transport Safety [in Ukrainian].
2. Kulova, D. (2024). Application of the conceptual approach of risk management in the field of traffic safety in transport. *Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences*, (10)41(1), 261–269. [in Ukrainian]. [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10\(41\).1.261-269](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10(41).1.261-269)
3. Aulin, V., Kulova, D., Hryniv, A., & Lysenko, S. (2024). Risk assessment of insecure transportation of petroleum products by road transport. *Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences*, (10)41(2), 205–213. [in Ukrainian]. [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10\(41\).2.205-213](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10(41).2.205-213)
4. Masár, M., Hudáková, M., Šimák, L., & Brezina, D. (2019). The current state of project risk management in the transport sector. *Transportation Research Procedia*, 40, 1119–1126. [in English]. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.156>
5. Aulin, V., Holub, D., Zamurenko, A., Hryniv, A., Lysenko, S., & D'iachenko, V. (2021). Theoretical system-oriented approach to determining the integral indicator of operational efficiency in transport systems. *Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences*, (4)35, 232–247. [in Ukrainian]. [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2021.4\(35\).232-247](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2021.4(35).232-247)
6. Aulin, V., Hryniv, A., Lysenko, S., Lvivyskyi, O., Chernai, A., Holub, D., & Holovaty, A. (2021). Theoretical substantiation of managing the functioning of technical and transport systems based on methods of systems information theory. *Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences*, (4)35, 178–189. [in Ukrainian]. [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2021.4\(35\).178-189](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2021.4(35).178-189)
7. Aulin, V. V., Hryniv, A. V., Lysenko, S. V., Lvivyskyi, O. M., & Holovaty, A. O. (2021). System-oriented

- approach to the formation of an intelligent system-technical service. In *Kramarovski readings: Materials of the 8th International Scientific and Technical Conference* (pp. 25–32). Kyiv: Publishing Center of NUBiP of Ukraine. [in Ukrainian].
8. Gorzelańczyk, P., Kliszewski, Ł., & Piątkowski, P. (2023). Analysis of the impact of the technical condition of vehicles on road safety. *The Archives of Automotive Engineering – Archiwum Motoryzacji*, 100(2), 62–74. [in English]. <https://doi.org/10.14669/AM/168680>
 9. Ghandour, A. J., Hammoud, H., & Al-Hajj, S. (2020). Analyzing factors associated with fatal road crashes: A machine learning approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11), Article 4111, 1–13. [in English]. <https://doi.org/10.3390/ijerph17114111>
 10. Akbari, M., Heydari, S. T., Razzaghi, A., Vali, M., Tabrizi, R., & Bagheri Lankarani, K. (2024). Effectiveness of interventions for preventing road traffic injuries: A systematic review in low-, middle-, and high-income countries. *PLOS ONE*, 19(12), 1–16. [in English]. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0312428>
 11. Aulin, V. V., Kulova, D. O., & Varvarov, V. V. (2025). Identification, Analysis, and forecasting of failure-free loading risk parameters for finished products at a transport and logistics terminal Central Ukrainian Scientific Bulletin. *Technical Sciences*, 11(42)(1), 263–271. [in Ukrainian].
 12. Pustiulha, S., Samchuk, V., Holovachuk, I., Prydiuk, V., & Klak, Y. (2024). Methodology for selecting optimal routes for the transportation of dangerous goods in conditions of risk uncertainty. *Transport and Telecommunication*, 25(2), 150–160. [in English]. <https://doi.org/10.2478/tjt-2024-0011>
 13. Huang, X., Wang, B., & Wu, C. (2022). Realizing smart safety management in the era of Safety 4.0: A new method towards sustainable safety. *Sustainability*, 14(21), 1–21. [in English]. <https://doi.org/10.3390/su142113915>
 14. Bhattacharya, S., Jha, H., & Nanda, R. (2022). Application of IoT and artificial intelligence in road safety. In *Proceedings of the 2022 IEEE International Conference on Interdisciplinary Research in Technology and Management (IRTM)* (Kolkata, India, February 24–26, 2022) (pp. 1–5). IEEE. [in English]. <https://doi.org/10.1109/IRTM54583.2022.9791529>
 15. Bhargavi, J., Ashwin, B., & Tagore, L. (2025). Smart city transportation deep learning ensemble approach for traffic accident detection. *International Scientific Journal of Engineering and Management*, 4(2), 1–4. [in English]. <https://doi.org/10.55041/ISJEM02270>
 16. Ministry of Infrastructure of Ukraine. (2015). *On approval of the Procedure for technical investigation of road traffic accidents, catastrophes, and incidents on road and urban electric transport (trams, trolleybuses): Order No. 231, June 23, 2015*. Retrieved April 29, 2025, from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0818-15#Text> [in Ukrainian].

Daria Kulova, PhD tech. sci., **Sergiy Mahopets**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Oleksandr Livitskyi**, Ph.D tech. sci. Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

Road Safety in Ukraine: Risk Assessment and Digitalization Prospects

The article presents a risk assessment of road safety violations that serve as prerequisites for the occurrence of road traffic accidents caused by drivers. Particular attention is given to the role of technical investigation and automotive forensic analysis as tools for identifying sources of risk and developing preventive measures. The results of ranking based on event frequency and expert assessment of consequence severity allowed the identification of the most critical violations requiring priority attention from the traffic management system. These include: violation of maneuvering rules 3.271; failure to maintain distance and safe intervals 2.203; and speeding 1.679. Meanwhile, the lowest risk values were recorded for: falling asleep while driving 0.004; driving under the influence of alcohol 0.004; and violation of railway crossing rules 0.003. Despite their low frequency, these violations are characterized by high potential danger and therefore also require the implementation of appropriate risk reduction measures.

Recommendations are proposed for the implementation of modern smart technologies to reduce the risk levels of each typical violation, including Adaptive Cruise Control, Forward Collision Warning System, Intelligent Speed Assistance, Lane Keeping Assist, Blind Spot Detection, Driver Drowsiness Detection, alcohol interlocks, telematics solutions for vehicle condition monitoring, as well as the integration of V2X (Vehicle-to-Everything) technologies. The implementation of such solutions will enhance traffic management, including its safety aspect.

The article substantiates the relevance of a proactive approach to road safety management, taking into account the current challenges and limitations specific to the Ukrainian transport system.

risk, risk indicators, road safety, smart technologies, traffic accident expertise

Одержано (Received) 14.05.2025

Прорецензовано (Reviewed) 16.05.2025

Прийнято до друку (Approved) 20.05.2025