

УДК 005.8:004](477)

Козут Роман Анатолійович
(аспірант ПВНЗ «Європейський університет»)
ORCID ID 0009-0007-6951-5116

Васютін Євген Васильович
(аспірант ПВНЗ «Європейський університет»)
ORCID ID 0009-0000-7956-0040

ІНТЕГРОВАНІЙ ПІДХІД ДО УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ БЕЗПЕКИ НА ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Анотація. У статті проаналізовано сучасні підходи до управління системою безпеки на транспортних підприємствах з урахуванням новітніх викликів, цифровізації, ризиків та тенденцій. Показано, що забезпечення безпеки перевезень набуває критичного значення в умовах зростання інтенсивності руху та глобальних потрясінь (пандемія, воєнні дії), які підвищують рівень небезпеки на транспорті. Виокремлено основні чинники аварійності (людський фактор, технічний стан транспорту, вплив зовнішнього середовища) та окреслено цифрові інструменти мінімізації ризиків – від систем моніторингу стану водія і ТЗ (IoT-сенсори, відеоаналітика) до впровадження стандартів безпеки (ISO 39001) і культури «Vision Zero». Ідентифіковано бар'єри ефективного функціонування систем безпеки (недостатнє фінансування, слабкий контроль і координація, низький рівень культури безпеки) та обґрунтовано напрями їх подолання. Перспективи розвитку полягають у широкому застосуванні інтегрованих систем менеджменту безпеки, використанні штучного інтелекту для прогнозування аварійних ситуацій і підвищенні кіберстійкості транспортної інфраструктури.

Ключові слова: безпека транспорту; система управління безпекою; цифровізація; ризики; транспортні підприємства; Vision Zero; ISO 39001.

Постановка проблеми. Безпека на транспорті є стратегічним пріоритетом, адже аварії на дорогах щороку забирають життя близько 1,19 мільйона людей у світі. В Україні проблема також залишається гострою: висока аварійність на автошляхах завдає значних соціально-економічних втрат. З початком війни 2022 року ситуація ускладнилася: бойові дії, руйнування інфраструктури, масові переміщення населення й зміна транспортних потоків створили нові ризики на дорогах. Одночасно пандемія COVID-19 у 2020–2021 рр. вимагала впровадження додаткових заходів безпеки (дистанціювання, санітарні протоколи) та змінила режими роботи транспорту. Сукупність цих чинників висуває підвищені вимоги до системи управління безпекою на транспортних підприємствах. Необхідно враховувати не лише традиційні небезпеки (ДТП через людські помилки чи технічні несправності), але й новітні виклики: кібератаки на транспортні системи, екстремальні погодні явища, пов'язані зі зміною клімату, тощо. Все це обумовлює актуальність дослідження сучасних підходів до управління системою безпеки на транспорті з метою зниження рівня аварійності та забезпечення стійкості роботи галузі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанню підвищення безпеки руху присвячено значну кількість наукових праць. У світовій літературі утвердилася концепція Safety Management System (SMS) – формалізованої системи управління ризиками у транспортних організаціях, обов'язкової, зокрема, в авіації та залізничній галузі. Дослідники Fred Wegman, Rune Elvik та інші обґрунтували підхід «Safe System», що полягає у всебічному врахуванні факторів безпеки й спільній відповідальності учасників транспортної системи за запобігання смертельним травмам. Низка робіт аналізує причини низького рівня безпеки руху в країнах, що розвиваються. Зокрема, українські вчені відзначають недисциплінованість водіїв, слабкий контроль за дотриманням ПДР, недостатню координацію між органами влади та відсутність сучасної системи менеджменту безпеки як головні проблеми. Запропоновано розробити ефективну структуру системи управління безпекою руху (СУБДР) для

подолання цих недоліків. У роботах Л. С. Абрамової та співавт. (2016) детально розглянуто процедури аудиту безпеки дорожнього руху, а О. Степанов (2020) дослідив статистичні тенденції ДТП в Україні і наголосив на необхідності інтегрувати найкращий міжнародний досвід. Останні дослідження (Volobonov D. та ін., 2021; Hlevatska N., 2023) фокусуються на цифрових технологіях як інструментах підвищення безпеки. Зокрема, Болобонов і співавт. розробили референтну модель управління безпекою громадського транспорту на основі digital-технологій, проаналізувавши основні причини ДТП та новітні засоби їхньої профілактики. Н. Глевацька (2023) оптимізувала управлінські підходи впровадження СУБДР, наголосивши на поєднанні процесного й ризик-орієнтованого підходів та інтеграції безпеки у всі аспекти діяльності підприємства. Таким чином, науковий доробок свідчить про усвідомлення критичної ролі системного управління безпекою, проте окремі аспекти (цифровізація, воєнні ризики, кібербезпека) потребують подальшого дослідження.

Мета статті. Метою даного дослідження є формування цілісного підходу до управління системою безпеки на транспортних підприємствах в сучасних умовах. Зокрема, завданнями є: 1) виявити основні ризики та чинники, що впливають на безпеку; 2) дослідити можливості цифрових технологій у моніторингу та мінімізації цих ризиків; 3) визначити ключові бар'єри впровадження ефективної системи управління безпекою та запропонувати шляхи їх подолання; 4) окреслити перспективні напрямки розвитку систем безпеки на транспорті з урахуванням світових тенденцій та національного контексту.

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналіз ДТП показує, що основними причинами аварій залишаються людський фактор, технічні несправності та зовнішні умови. За даними досліджень, до 90% дорожньо-транспортних пригод спричинені помилками водіїв або порушеннями ПДР (перевищення швидкості, недотримання дистанції, керування у стані сп'яніння тощо). Наприклад, у країнах з високим рівнем авто-мотивації близько 20% загиблих водіїв мали перевищений рівень алкоголю в крові. Серед людських чинників критичними є втому, сонливість, відволікання уваги – особливо для водіїв комерційного транспорту, що проводять багато годин за кермом. Технічний стан транспортних засобів також суттєво впливає на безпеку: зношені гальма, несправні системи безпеки (наприклад, подушки чи ремені), погані шини – все це підвищує ризик аварій. Умови навколишнього середовища включають стан дорожньої інфраструктури (якість покриття, розмітки, освітлення), погодні умови (дощ, сніг, туман, ожеледь) та інші фактори, що можуть ускладнювати рух. Негативно впливає і стан дороги в зоні бойових дій або після обстрілів – наявність воронки, уламків, відсутність знаків тощо. Отже, система управління безпекою має охоплювати контроль за всіма групами чинників: «людина – транспортний засіб – середовище», впроваджуючи превентивні заходи щодо кожної складової.

Цифровізація відкриває нові можливості для підвищення рівня безпеки на транспорті. Сучасні телематичні та IoT-рішення дозволяють у режимі реального часу відстежувати стан транспортного засобу, поведінку водія та дорожню обстановку. Зокрема, на транспортних підприємствах впроваджуються системи моніторингу автопарку: GPS-трекери відстежують місцезнаходження і швидкість руху, датчики контролюють витрату пального, стан двигуна, тиск у шинах тощо. Для підвищення безпеки водіїв застосовуються ADAS-технології (Advanced Driver Assistance Systems): адаптивний круїз-контроль, системи екстреного гальмування, утримання смуги руху, моніторинг «сліпих зон» тощо. Доведено, що окремі функції ADAS здатні суттєво знизити аварійність: наприклад, попередження про фронтальне зіткнення та автоматичне гальмування зменшують кількість зіткнень «наїзд ззаду» майже на 50%. Інший напрям – це системи моніторингу стану водія. Встановлені в кабіні камери та датчики здатні розпізнавати ознаки втоми (позіхання, часте кліпання), відволікання (відвертання голови, користування телефоном) або навіть втрату свідомості. Носимі пристрої (*wearables* – смарт-годинники, браслети) можуть передавати інформацію про пульс, тиск, рівень стресу водія. Якщо система фіксує критичний стан (наприклад, водій засинає), надходить сигнал тривоги чи автоматично активуються заходи безпеки (автоматична зупинка авто, оповіщення диспетчера).

Для контролю технічного стану транспортних засобів використовуються системи предиктивного обслуговування: сенсори на ключових вузлах машини (гальмівна система, двигун, осі тощо) збирають дані про вібрації, температуру, знос деталей. На основі великих даних і алгоритмів штучного інтелекту здійснюється прогнозування ймовірності відмови – це дає змогу проводити ремонт до того, як станеться поломка. Такий підхід істотно знижує ризик аварій через раптові технічні несправності.

Цифрові технології також сприяють підвищенню безпеки взаємодії з дорожнім середовищем. Інтелектуальні транспортні системи (ITS) забезпечують обмін інформацією між інфраструктурою та транспортом: дорожні датчики збирають дані про трафік і погодні умови, надсилаючи попередження водіям про затори, аварії чи ожеледь. Технологія V2X (Vehicle-to-Everything) дозволяє автомобілям обмінюватися даними між собою і з інфраструктурою – наприклад, автомобіль, що екстрено загальмував, миттєво сигналізує іншим про небезпеку, запобігаючи ланцюговим зіткненням. Наразі такі технології лише набирають поширення, але в перспективі вони стануть основою безпеки автономного транспорту.

Ефективне управління безпекою на підприємстві передбачає інтеграцію безпеки у всі бізнес-процеси – від планування маршрутів і графіків роботи водіїв до аналізу причин інцидентів. Світовим стандартом у цій сфері є ISO 39001 (система менеджменту безпеки дорожнього руху), який визначає структурований підхід до цілей та показників безпеки. Впровадження стандарту ISO 39001 сприяє формуванню проактивного стилю управління: компанія встановлює вимірні цілі щодо зменшення аварійності, регулярно моніторить показники (кількість ДТП, випадків порушень, стан техніки) і коригує політики. Досвід показує, що наявність сертифікату ISO 39001 є ознакою високого пріоритету безпеки для підприємства; такі компанії впроваджують найкращі практики (регулярні тренінги водіїв, аудит маршрутів, заохочення безпечної поведінки), що зрештою позитивно впливає й на ефективність роботи (менше простоїв, нижчі витрати на аварії).

Водночас в Україні та інших країнах, що розвиваються, існують істотні бар'єри на шляху підвищення безпеки на транспорті. Серед ключових можна виділити: 1) Недостатнє фінансування та інвестиції в безпеку: економія на технічному обслуговуванні, відсутність сучасних систем контролю часто пов'язані з бажанням знизити витрати, що в підсумку призводить до аварій і ще більших втрат. 2) Брак кадрового потенціалу і знань: не всі підприємства мають фахівців з безпеки руху, частина водіїв недооцінює ризики або не проходить якісного навчання. 3) Культурні та поведінкові чинники: слабка культура безпеки проявляється у толерантності до порушень (наприклад, невикористання ременів безпеки, перевищення швидкості вважаються «допустимими»). 4) Недосконалість державного контролю та координації: як зазначалося в дослідженнях, відсутність ефективного державного нагляду і міжвідомчої координації гальмує реалізацію національних програм безпеки. Наприклад, навіть найкраща система безпеки на окремому підприємстві може не дати результату, якщо немає підтримки на рівні інфраструктури (неякісні дороги) чи належного контролю (безкарність за порушення).

На макрорівні – держава має стимулювати безпеку через жорсткіші стандарти і стимули: інвестувати в дорожню інфраструктуру, впроваджувати автоматичний контроль швидкості і ваги транспорту, сприяти впровадженню на підприємствах СУБДР (наприклад, через обов'язкову сертифікацію перевізників за ISO 39001 або аналогами). На мікрорівні самі транспортні підприємства повинні усвідомити, що безпека – це інвестиція, а не тягар. Світовий досвід демонструє, що кожен долар, вкладений у підвищення безпеки (тренінги, модернізацію техніки, IT-системи), приносить багаторазову віддачу у вигляді запобігання аваріям, економії на ремонтах і страхових виплатах, збереження життя і здоров'я персоналу та клієнтів.

Зважаючи на виклики та тенденції останніх років, управління безпекою на транспорті буде все більше базуватися на превентивних та інтелектуальних технологіях. Перспективним є широке застосування штучного інтелекту (ШІ) для аналізу великих масивів даних про ДТП, поведінку водіїв, дорожню обстановку – з метою виявлення прихованих закономірностей і прогнозування аварійно небезпечних ситуацій. Наприклад, ШІ може в режимі реального часу оцінювати ризик ДТП для конкретного маршруту з урахуванням погоди, стану водія, інтенсивності руху і попереджати про підвищений ризик, рекомендувати зниження швидкості чи відпочинок водієві. Крім того, очікується розвиток автономного транспорту. Хоча повністю безпілотні вантажівки і автобуси ще потребують років тестування і вдосконалення нормативної бази, елементи автономності вже впроваджуються – від автомобільного автопілота на швидкісних шосе до автоматизованих поїздів метро. Автономні системи потенційно можуть усунути людський фактор як причину аварій, але ставлять нові завдання – забезпечення кібербезпеки та надійності програмно-апаратних комплексів. Тому паралельно з традиційною безпекою зростає значення кібербезпеки: захисту транспортних засобів і інфраструктури від зловмисних впливів. Наприклад, злом навігаційної системи вантажівки або втручання в роботу світлофорів може спричинити катастрофічні наслідки. Відтак, *cyber security* стає невід’ємною складовою загальної системи безпеки на транспорті.

Не менш важливою перспективою є поглиблення міжнародної співпраці та обміну даними у сфері безпеки. Ініціативи на кшталт Vision Zero (нульова смертність на дорогах) набувають глобального масштабу, і українські транспортні компанії також приєднуються до цих зусиль. Використання єдиних підходів і стандартів, обмін інформацією про небезпечні продукти чи практики, участь у міжнародних дослідницьких проектах дозволять швидше впроваджувати інновації. Період 2021–2024 років уже продемонстрував прискорення цифрової трансформації бізнесу під впливом пандемії та воєнних викликів. Аналогічно, у сфері транспортної безпеки ці виклики слугують каталізаторами змін: компанії вимушені швидше освоювати дистанційний контроль, автоматизацію процесів, нові протоколи безпеки. Надалі роль технологій тільки зростатиме, а успішність транспортних підприємств залежатиме від їхньої здатності впровадити системну культуру безпеки – коли кожен працівник від водія до керівника усвідомлює свою роль у запобіганні нещасним випадкам, а безпека інтегрована у стратегію і щоденну практику компанії. Лише за таких умов можливе досягнення амбітних цілей зі зниження аварійності на транспорті, збереження життя людей і забезпечення стійкої роботи підприємств навіть в умовах невизначеності.

Висновок. Управління системою безпеки на транспортних підприємствах в сучасних умовах потребує комплексного, проактивного підходу, що ґрунтується на сучасних технологіях та найкращих управлінських практиках. Проведений аналіз показав, що в період 2020–2024 рр. зберігається висока актуальність проблеми безпеки: попри деяке зниження кількості ДТП у 2020 році через пандемію, загальна тенденція у світі не забезпечує досягнення Vision Zero (навіть в ЄС у 2021 р. зафіксовано 5% зростання смертності порівняно з 2020 р. при зниженні на 13% відносно 2019 р.). Для ефективного управління безпекою слід враховувати всі основні групи ризиків: людський фактор (включаючи фізичний і психоемоційний стан персоналу), технічний стан транспорту та вплив довкілля. Сучасні цифрові інструменти – такі як системи моніторингу водія, телематика, big data-аналітика та штучний інтелект – довели свою результативність у підвищенні рівня безпеки. Їх впровадження дозволяє переходити від реагування на аварії до попередження: постійний контроль і аналіз даних дають змогу своєчасно виявляти небезпечні відхилення та запобігати інцидентам. Водночас технології ефективні лише за наявності належної організації – системи менеджменту, що інтегрує безпеку в усі процеси. Впровадження СУБДР згідно з

міжнародними стандартами (ISO 39001) та розвиток культури безпеки на підприємстві є необхідними умовами сталого зниження аварійності.

Серед головних перешкод виділено нестачу ресурсів, кваліфікації та координації, що стримує підвищення безпеки на транспорті. Подолання цих бар'єрів вимагає зусиль як на рівні державної політики (інвестиції в інфраструктуру, контроль, стимулювання підприємств до підвищення безпеки), так і на рівні окремих компаній (пріоритизація життя і здоров'я над короткостроковою вигодою, навчання персоналу, впровадження інновацій). Перспективи управління безпекою пов'язані з подальшою цифровізацією, автоматизацією та глобальною співпрацею. Транспортні підприємства, що зуміють впровадити сучасні системи безпеки і гнучко реагувати на нові виклики, отримають не лише зменшення кількості аварій, але й конкурентні переваги – підвищення довіри клієнтів, зниження витрат та стійкість бізнес-процесів. Таким чином, управління системою безпеки виступає невід'ємною складовою ефективною та відповідальною діяльністю транспортних підприємств у цифрову еру.

ЛІТЕРАТУРА

1. Глевацька Н. М. Оптимізація управлінських підходів для впровадження та ефективності системи менеджменту безпеки дорожнього руху. *Центральноукраїнський науковий вісник. Економічні науки*. 2023. №10(43). С. 114–124.
2. Болобонов Д., Фролов О., Борреманс А., Шуур П. Управління безпекою громадського транспорту із використанням цифрових технологій. *Transportation Research Procedia*. 2021. Vol. 54. С. 862–870. DOI:10.1016/j.trpro.2021.02.140.
3. Всесвітня організація охорони здоров'я. Глобальний звіт з безпеки дорожнього руху, 2023. URL: <https://who.int/teams/social-determinants-of-health/safety-and-mobility/global-status-report-on-road-safety-2023> (дата звернення: 10.06.2025).
4. European Commission. *2021 road safety statistics: what is behind the figures?* (Brussels, 28 March 2022) transport.ec.europa.eu. URL: https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/road-safety/2021-road-safety-statistics-what-behind-figures_en.
5. Наказ Міністерства інфраструктури України № 106 від 27.03.2018 “Про затвердження Стратегії підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні до 2024 року”. – Київ, 2018. – 17 с.
6. ДСТУ ISO 39001:2015 Системи управління безпекою дорожнього руху. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 39001:2012, IDT). – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 30 с.
7. Wegman F. *Sustainable Safety: The Dutch Example of a Safe System Approach*. SWOV Institute for Road Safety Research, 2021. DOI:10.1007/978-3-030-65097-1_2.
8. Directive (EU) 2016/798 of the European Parliament and of the Council of 11 May 2016 on railway safety (recast). *Official Journal of the EU*. L138, 26.05.2016, p. 102–149.

REFERENCES

1. Hlevatska, N. M. (2023). *Optymizatsiia upravlinskykh pidkhdov dlia vprovadzhenia ta efektyvnosti systemy menedzhmentu bezpeky dorozhnoho rukhu* [Optimization of management approaches for implementation and efficiency of road traffic safety management system]. *Central Ukrainian Scientific Bulletin. Economic Sciences*, (10(43)), 114–124.
2. Bolobonov, D., Frolov, A., Borremans, A., & Schuur, P. (2021). Managing Public Transport Safety Using Digital Technologies. *Transportation Research Procedia*, 54, 862–870. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.02.140>
3. World Health Organization. *Global status report on road safety 2023*. Retrieved from <https://who.int/teams/social-determinants-of-health/safety-and-mobility/global-status-report-on-road-safety-2023> (accessed June 10, 2025).
4. European Commission (2022, March 28). *2021 road safety statistics: what is behind the figures?* Retrieved from <https://transport.ec.europa.eu> (accessed June 10, 2025).
5. Ministry of Infrastructure of Ukraine. *Strategy for Increasing Road Traffic Safety Level in Ukraine until 2024* (Order No. 106, March 27, 2018). Kyiv, 2018.

6. DSTU ISO 39001:2015 *Road traffic safety management systems – Requirements and guidelines* (ISO 39001:2012, IDT). Kyiv: UkrNDNC, 2016.
7. Wegman, F. (2021). *Sustainable Safety: The Dutch Example of a Safe System Approach*. In *Transport and Safety: Systems, Approaches and Implementation* (pp. 23–34). https://doi.org/10.1007/978-3-030-65097-1_2
8. European Union. (2016). *Directive (EU) 2016/798 on railway safety*. *Official Journal of the European Union*, L 138, 102–149.

Kohut Roman

(Postgraduate student of PVNZ "European University")

Vasiutin Yevhen

(Postgraduate student of PVNZ "European University")

DIGITAL TOOLS FOR ENSURING THE EFFICIENCY OF ENTERPRISE OPERATIONS

Abstract. *The article provides a comprehensive analysis of contemporary approaches to safety system management in transport enterprises, considering the latest challenges, digitalization trends, risks, and statistics. It highlights that ensuring transport safety has become critically important amid growing traffic intensity and global disruptions (the COVID-19 pandemic, military conflict) that have heightened transport-related dangers. Key accident factors – human error, vehicle technical condition, and environmental influences – are identified, and digital risk mitigation tools are outlined, from driver and vehicle monitoring systems (IoT sensors, video analytics) to the implementation of safety standards (ISO 39001) and the “Vision Zero” culture. Major barriers to effective safety management (insufficient funding, weak enforcement and coordination, poor safety culture) are identified, and strategies to overcome them are substantiated. The prospects for development lie in the widespread adoption of integrated safety management systems, the use of artificial intelligence to predict hazardous situations, and strengthening the cyber resilience of transport infrastructure.*

Keywords: *transport safety; safety management system; digitalization; risks; transport enterprises; Vision Zero; ISO 39001.*