

СТРАТЕГІЧНИЙ АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ КАМЕРНИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ (CMS) НА ТРАНСПОРТІ УКРАЇНИ (PEST TA SWOT)

ВОЛІКОВ Володимир¹, ПАНЧЕНКО Ігор²

¹ Інститут монокристалів Національної академії наук України

<https://orcid.org/0000-0002-4107-6277>

e-mail: valdemar12@meta.ua

² Valera Logistics Inc

<https://orcid.org/0009-0006-3449-9614>

e-mail: cruze5823@gmail.com

Стаття присвячена стратегічному аналізу впровадження систем моніторингу за допомогою камер (CMS - Camera Monitoring System) на транспорті в Україні із застосуванням методів PEST- та SWOT-аналізів і розробці рекомендацій для ключових стейкхолдерів. Зазначено, що CMS має переваги перед фізичними дзеркалами: 1) покращений огляд; 2) чітке зображення на дисплеях, незалежно від умов освітлення; 3) зниження аеродинамічного опору; 4) наявність додаткових функцій; 5) покращення безпеки дорожнього руху. Визначено ключові чинники впливу на впровадження CMS з урахуванням особливостей українського контексту, які об'єднано в групи: 1) Техніко-технологічні; 2) Нормативно-правові; 3) Організаційні; 4) Соціальні. Зазначено, що ключовим аспектом у роботі технологій ADAS є людський чинник, детермінований: 1) належним усвідомленням водія можливостей систем, їх технологічних обмежень та правил користування ними; 2) надмірною довірою водія до автоматизації. Визначено зовнішні і внутрішні детермінанти широкомасштабного впровадження CMS на транспорті в Україні із застосуванням PEST-аналізу та SWOT-аналізу. За результатами стратегічного аналізу впровадження систем моніторингу за допомогою камер (CMS) на транспорті в Україні запропоновано ключові рекомендації для основних стейкхолдерів. Рекомендації для державних органів влади спрямовані на створення сприятливого та прогнозованого середовища для впровадження інноваційних технологій на транспорті. Мета рекомендацій для бізнесу (операторів транспортних послуг, перевізників) - підвищення ефективності застосування CMS для забезпечення конкурентоспроможності. Рекомендації для виробників та постачальників CMS передбачають адаптацію продукту до умов українського ринку та можливостей розвитку.

ключові слова: камерні системи моніторингу, PEST, SWOT, CMS, безпека автомобілів, соціальна вигода

<https://doi.org/10.31891/mdes/2025-18-28>

Стаття надійшла до редакції / Received 23.10.2025

Прийнята до друку / Accepted 18.11.2025

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Традиційні оптичні дзеркала заднього виду використовуються в автомобілебудуванні понад 100 років, ставши надійним помічником водія у забезпеченні безпеки дорожнього руху при виконанні маневрів особливо при обгоні або паркуванні. Проте, розвиток цивілізації, збільшення на дорозі кількості автотранспортних засобів підвищують навантаження на учасників дорожнього руху, що потребує впровадження нових сучасних технологій для убезпечення зіткнення транспортних засобів з іншими учасниками дорожнього руху та об'єктами. Крім того традиційні дзеркала мають суттєві недоліки, які також негативно впливають на рух транспортного засобу, це: аеродинамічний опір, обмеженість видимості у темряві або непогоду, наявність «сліпих зон» та ускладнення дизайну. Повноцінним заміном традиційним оптичним дзеркалам на транспортних засобах можуть стати технології CMS (Camera Monitoring System), які мають певні особливості у використанні та недоліки, що породжує у колах фахівців та водіїв численні дискусії. Одним з ключових бар'єрів впровадження систем моніторингу за допомогою камер (CMS) на транспортних засобах України є значні інвестиції з тривалим строком окупності, що суто з економічної точки зору є недоцільним.

Але прийняття рішень щодо інвестування в критичну транспортну інфраструктуру ґрунтується як на економічній доцільності, так і непрямих економічних результатах. У сучасному суспільстві соціальний та екологічний ефекти набувають статусу визначальних критеріїв оцінки перспектив впровадження інноваційних технологій, що відображає зміну пріоритетів від виключно фінансової вигоди до цілей сталого розвитку. Суспільна значущість охоплює прямі економічні результати та опосередковані позитивні ефекти, такі як рівень безпеки, якість життя населення та збалансований розвиток країни. Це підкреслює необхідність інтеграції нефінансових показників в аналітичні та управлінські процеси для забезпечення довгострокового добробуту громадян та збереження навколишнього середовища. Таким чином, існує об'єктивна потреба в актуальних ґрунтовних наукових дослідженнях цієї проблематики.

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Результати досліджень потенціалу цифрових камерних систем заднього виду (CMS) свідчать про можливість їх застосування як повноцінного заміниці традиційним оптичним дзеркалам на транспортних засобах. Фахівці акцентують увагу на покращенні показників безпеки, аеродинаміки та енергоефективності автомобілів, додаючи до своїх звітів позитивний досвід користувачів. Використання CMS сприяє підвищенню рівня обережності водіїв під час маневрування, хоча за суб'єктивною думкою водіїв традиційні дзеркала є більш комфортні у використанні [1]. Згідно результатів досліджень при виборі споживачами наступної марки автомобіля головними чинниками є ціна (32-59%), якість (47-65%) та продуктивність (30-61%) [2, с. 13]. Сучасний автомобільний ринок США стрімко розвивається в сегменті встановлення різноманітних сучасних інноваційних систем допомоги водієві [3, с. 4-7]. Технології CMS компенсують перцептивні помилки людини в оцінці часу до зіткнення підвищуючи безпеку водіння [4, с. 7-8], надають економію пального за рахунок підвищення енергоефективності на 1,5%, зменшують ступінь забрудненості транспортного засобу та зменшують викиди CO₂, що може бути особливо вигідним для комерційного транспорту [5; 6]. Але надмірна довіра водія до автоматизації автомобіля має і негативні наслідки, що пов'язано з втратою пильності, недооцінкою ризиків та втрати професійних навичок до активного управління автомобілем [7, с. 3-8]. Недостатньо опрацьовані аспекти психофізіологічної адаптації водіїв до зміни сприйняття простору й часу при переході від дзеркал до екранів CMS та вплив дизайн-конфігурації на безпеку [8; 9]. Ключовим бар'єром для широкомасштабного впровадження сучасних цифрових технологій є кіберзагроза та функціональні збої систем [10].

Дорожньо-транспортні пригоди (ДТП), в глобальному вимірі, призводять до 1,19 мільйона смертей на рік, що спричиняє економічні витрати до 3% ВВП у багатьох країнах світу. Позитивний вплив на зменшення негативних наслідків від ДТП демонструє широкомасштабне впровадження систем допомоги водієві ADAS (Advanced Driver-Assistance Systems), що підтверджується статистичними даними. Витрати італійськими покупцями на функції ADAS в середньому 1629 євро за рік надало загальну економію по країні протягом того ж року 1,89 млрд. євро [11, с. i]. М. Aleksa та ін. [12, с. 1] проаналізувавши вплив певних систем допомоги водієві ADAS показали, що застосування тільки однієї системи інтелектуальної допомоги швидкості призведе до зменшення загальної кількості аварій в Австрії на 8%. При цьому, ефективність використання ADAS з інтегрованою CMS, для зменшення кількості та тяжкості наслідків ДТП, залежить від багатьох чинників [7, с. 8-9].

Але незважаючи на значну кількість досліджень присвячених економічній ефективності впровадження автоматичних систем допомоги водієві швидкий розвиток цифровізації потребує економічного обґрунтування доцільності впровадження систем моніторингу за допомогою камер (CMS) на транспорті в Україні, складність якого пов'язана з нематеріальною вигодою (соціальний та екологічний ефект), фрагментарністю та/або дезагрегованістю даних, швидким технологічним розвитком та правовою невизначеністю.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

З огляду на це **метою статті** є стратегічний аналіз впровадження систем моніторингу за допомогою камер (CMS) на транспорті в Україні із застосуванням методів PEST- та SWOT-аналізів і розробці рекомендацій для ключових стейкхолдерів.

Для реалізації мети передбачено: 1) проведення комплексного PEST- та SWOT-аналізів для оцінки потенціалу широкомасштабного впровадження систем моніторингу за допомогою камер (CMS) на транспорті в Україні; 2) розробка рекомендацій для ключових стейкхолдерів з урахуванням особливостей українського контексту.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Система моніторингу за допомогою камер (CMS) має певні переваги перед фізичними дзеркалами [4; 5; 13; 14]: 1) покращений огляд завдяки ширшому полю зору, усуваючи «сліпі зони»; 2) чітке зображення на дисплеях, незалежно від умов освітлення (вдень, вночі, під час дощу або снігу); 3) зниження аеродинамічного опору, завдяки меншому розміру зовнішніх блоків камер у порівнянні з традиційними дзеркалами, що особливо важливо для енергоефективності електричних транспортних засобів (EV - Electric Vehicle); 4) наявність додаткових функцій, таких як накладання ліній напрямку руху, попередження про перешкоди тощо; 5) покращення безпеки

дорожнього руху, завдяки отриманню інформації водієм навколо транспортного засобу, не відволікаючись від дороги.

Сьогодні автомобільний ринок США демонструє загальну зацікавленість щодо встановлення інноваційних систем на вантажні та легкові транспортні засоби, наприклад, кількість встановлених систем автоматичного екстреного гальмування AEB (Automatic Emergency Braking) і FCW (Forward Collision Warning), зросло з кількох відсотків у 2015 р. до понад 90 % у деяких моделях 2023 р. [3, с. 4-7]. Результати пілотного дослідження Міністерства транспорту США виявили значний вплив технології задньої видимості, умов освітлення та напрямку маневру обгону на керування водієм транспортним засобом. Використання CMS сприяє підвищенню рівня обережності водіїв під час маневрування, наприклад, при обгоні час проходження маневру збільшується на 0,74 с (CMS 30,36 с проти 29,62 с для дзеркал), а мінімальна дистанція між автомобілями зростає на 2,04 м (CMS 17,85 м проти 15,81 м для дзеркал), що знижує ризик зіткнення при денному освітленні, але вимагає адаптації погляду водія (фіксація уваги на дисплеї CMS 1,88 с проти 1,34 с для дзеркал) [1, с. 16-18]. Водночас, за суб'єктивними оцінками водіїв, в результаті тестування традиційні дзеркала отримали перевагу у комфорті (оцінка для дзеркал 6,09 проти 5,64 для CMS), що вказує на необхідність подальшого удосконалення технологій CMS для повсякденного їх використання [1, с. 46-47].

Важливою функцією технології CMS для безпеки дорожнього руху є компенсація перцептивних помилок людини при оцінці часу до зіткнення. Проблеми сприйняття вирішуються за допомогою CMS, де застосовується ефект «розмір-прибуття» (поступово збільшується розмір зображення транспортного засобу, що наближається), маніпулюючи зображенням на екрані. На традиційних (статистичних) дзеркалах середня похибка оцінки часу до зіткнення становила 1,70 с. При поступовому збільшенні розміру зображення на 300%, похибка зменшилась майже до нуля – 0,03 с. Таке скорочення похибки на 1,67 с значно підвищує рівень безпеки при виконанні маневрів обгону [4, с.7-8].

Наразі ефективність застосування ADAS з інтегрованою системою CMS для підвищення безпеки дорожнього руху визначається комплексом складних та взаємопов'язаних чинників, які на думку авторів [7, с. 3-8] можна згрупувати наступним чином: особливості людської поведінки; технологічні обмеження систем; динаміка ринку. При цьому ключовим аспектом у роботі технологій ADAS є людський чинник, детермінований: 1) належним усвідомленням водія можливостей систем, їх технологічних обмежень та правил користування ними; 2) надмірною довірою водія до автоматизації, що послаблює його увагу, знижує пильність і призводить до втрачання навичок активного керування транспортним засобом, нівелює переваги застосування ADAS і збільшує ризики ДТП. Дослідження джерел присвячених психофізіологічній адаптації водіїв до застосування CMS вказує на те, що ці питання тільки на початку їх опрацювання, пов'язані з певними викликами і потребують додаткового вивчення аспектів, що стосуються: 1) зміни поведінки водія [1; 8; 9]; 2) об'єктивній оцінці водієм часу до зіткнення [4; 9].

Незважаючи на існування численних досліджень присвячених кіберфізичним та моніторинговим системам, публікації, присвячені аналізу кібератак на CMS таких, як атаки на камери, глушіння, підміну відеосигналу, виявились обмеженими. Навіть у галузі безпеки автомобільних сенсорних систем більше уваги приділяють LIDAR (Light Detection and Ranging), радарам, системам адаптивного круїз-контролю [15], ніж атакам на камери моніторингу. Поодинокі приклади отримання сертифікату ASIL B (Automotive Safety Integrity Level) для функціональної безпеки контролера CMS Desay SV не забезпечує комплексного аналізу всього спектра (діапазону) кіберзагроз і не означає, що сертифікована система стійка до зловмисних атак на шляху передачі відео або глушіння сигналу [16]. У доповіді експертів CCAM (Connected, Cooperative and Automated Mobility) одним з головних ризиків названі кібербезпека та функціональні збої систем, підтверджуючи, що кіберзагроза є ключовим бар'єром для впровадження нових технологій [10]. Такий стан справ потребує ґрунтовного дослідження аспектів атаки на системи CMS, цілісності відеопотоків, захисту від зловмисного втручання і функціональної безпеки. Тому для широкомасштабного впровадження CMS на транспорті в Україні кібербезпека залишається критичним чинником стримування.

Дослідження правових аспектів CMS доводить, що існують певні регуляторні перешкоди, які уповільнюють впровадження технологій систем моніторингу за допомогою камер на транспорті в Україні. Правова невизначеність, що склалася, стає на заваді широкомасштабному впровадженню CMS як альтернативи класичним дзеркалам заднього виду. До основних регуляторних бар'єрів належать [17; 13]: обмеженість спеціалізованого законодавства в Україні; недостатня гармонізація національного законодавства з нормами ЄС; недостатність уніфікованих процедур сертифікації та

наявність регуляторних бар'єрів для допуску CMS на ринок; недосконалість архітектури механізму захисту даних та стандартів кібербезпеки CMS; морально та фізично застарілий рухомий склад і відсутність дієвих стимулів для інтеграції CMS в транспортні засоби на загальнодержавному рівні.

На основі проведеного дослідження [5; 6; 7; 13; 17; 18] визначено ключові чинники впливу на доцільність впровадження CMS з урахуванням особливостей українського контексту, які об'єднано в групи (табл. 1).

Таблиця 1

Групи чинників, переваги використання та передумови імплементації CMS

№ з/п	Групи чинників	Переваги використання CMS	Умови впровадження CMS
1	Техніко-технологічні	Покращення огляду навколо транспортного засобу	Надійність елементів: камер, моніторів, блоків управління тощо
2	Нормативно-правові	Наявність доказової бази	Відповідність галузевим стандартам
3	Організаційні	Зниження кількості ДТП	Навчання персоналу та адаптація водіїв, врахування ергономіки
4	Соціальні	Підвищення якості життя населення та зниження негативних наслідків ДТП	Кібербезпека, забезпечення приватності

Складено авторами за [5; 6; 7; 13; 17; 18].

До техніко-технологічної групи (табл. 1) включено чинники, що впливають на керування транспортним засобом, дизайн, зниження експлуатаційних витрат, надійність обладнання та програмного забезпечення. Чинники, що регулюють різноманітні аспекти правовідносин пов'язаних з CMS систематизовано в нормативно-правовій групі. На навчання обслуговуючого персоналу та адаптацію водіїв до особливостей використання нової системи (CMS), розвиток інфраструктури сервісних центрів впливають чинники, які інтегровано до організаційної групи. Чинники, що обумовлюють підвищення якості та безпеки життя, а також сприяють зменшенню негативного впливу від наслідків ДТП об'єднано в соціальну групу.

Широкомасштабне впровадження CMS на транспорті в Україні стикається з низкою викликів. Методи PEST- та SWOT-аналізів є якісними інструментами визначення зовнішніх і внутрішніх детермінант цього процесу [18, с. 2; 19, с. 403]. Результати PEST-аналізу макросередовища (політичні, економічні, соціальні та технологічні чинники) впровадження систем моніторингу за допомогою камер (CMS) на транспорті в Україні наведено в таблиці 2.

За результатами PEST-аналізу (табл. 2), впровадження CMS в автомобільному транспорті України є економічно виправданим. Політична інтеграція до ЄС, високі економічні втрати від ДТП в Україні, соціальна потреба в безпеці дорожнього руху та сучасні технологічні тренди у світі підкреслюють перспективність цього процесу. За результатами досліджень очікується зменшення аварійності та збитків від наслідків ДТП, створення нових робочих місць та зростання експорту в автомобільному секторі. **Політичні чинники.** Продовження Україною «транспортного безвізу» з ЄС передбачає впровадження стандартів та гармонізацію норм безпеки дорожнього руху з європейськими директивами, що стимулює обов'язкове впровадження ADAS/CMS у комерційному транспорті, зокрема, через державні програми. Пошкоджена інфраструктура в результаті воєнних дій відновлюється завдяки міжнародній підтримці, що прискорює її модернізацію та оновлення законодавства у сфері безпеки. Політична нестабільність уповільнює залучення інвестицій. **Економічні чинники.** Впровадження CMS має знизити витрати на медицину, ремонт транспорту, компенсацію пошкоджень, юридичні послуги та втрати від зниження продуктивності. Потенційна економія від наслідків ДТП складає до 3% ВВП України. Інвестиції в розвиток транспортної галузі є одним з пріоритетних напрямів ЄС, а фінансування локального виробництва може зробити доступним модернізацію морально та фізично застарілого транспорту в Україні. **Соціальні чинники.** Українське суспільство підтримує впровадження технологій спрямованих на підвищення безпеки, зокрема, CMS як інструмент проти злочинів на дорогах. Проте низька довіра до нових технологій потребує використання освітніх програм для подолання проблем взаємодії користувачів з ADAS/CMS задля зміни соціальних норм до рівня, коли ці технології стають стандартом. Зниження кількості ДТП завдяки ADAS/CMS покращує якість життя населення. **Технологічні чинники.** Світовий ринок ADAS зростає, проте в Україні спостерігається загальна негативна тенденція в сфері досліджень цифрових технологій, що пов'язано з воєнним станом. Результати PEST-аналізу економічно обґрунтовують вигідність впровадження CMS, що має відбуватись за фазами (спочатку комерційний транспорт) та за підтримки державних програм і міжнародних

фондів. Це сприятиме зменшенню наслідків ДТП, підвищенню якості життя населення та зростанню ВВП країни через безпечніший транспорт.

Таблиця 2

Результати PEST-аналізу макросередовища впровадження CMS

№ з/п	Чинники	Вплив на впровадження CMS
Політичні (Political)		
1	Підтримка інтеграції в ЄС	Уповільнює процес впровадження, через потребу модернізації транспортної галузі, адаптацію нормативно-правової бази, ризики для інфраструктури та інвестування.
2	Законодавча база	
3	Воєнний стан	
4	Національна безпека та громадський порядок	
5	Антикорупційна політика та прозорість	
6	Підтримка цифровізації	
7	Стабільність влади та послідовність реформ	
Економічні (Economic)		
1	Вартість впровадження	Вартість та економічна ситуація є стримуючими чинниками, проте можливість отримати економічну вигоду стимулює до впровадження.
2	Економічна ситуація	
3	Потенційна економія	
4	Рівень платоспроможності	
5	Доступність фінансування та кредитних ресурсів	
6	Конкуренція на ринку перевезень	
7	Інвестиційний клімат та ризики	
8	Податкова та митна політика	
9	Механізми страхування ризиків	
Соціальні (Social)		
1	Безпека дорожнього руху	Бажання соціуму підвищити безпеку дорожнього руху та загальне зростання цифрової грамотності має позитивний вплив, проте страх втрати персональних даних впливає негативно.
2	Суспільне сприйняття технологій	
3	Культура водіння та поведінкові норми	
4	Рівень освіти та обізнаності населення	
5	Конфіденційність	
6	Підготовка персоналу	
7	Якість життя	
8	Демографічні тенденції та структура населення	
Технологічні (Technological)		
1	Розвиненість та доступність технологій	Розвиненість сучасних технологій максимально сприяє впровадженню, але недосконалість систем захисту від кібератак та технічні можливості інтернет-зв'язку уповільнюють цей процес.
2	Кібербезпека та надійність	
3	Інфраструктурні обмеження	
4	Технічні вимоги (стандарти) та сертифікація	
5	Інтеграція з іншими системами	
6	Розвиток штучного інтелекту та аналітики	
7	Енергоефективність систем	

Складено авторами за [1; 2; 3; 4; 17; 18; 20; 21; 22]

Матриця SWOT-аналізу надає інформацію стосовно внутрішніх і зовнішніх чинників, які впливають на впровадження CMS (табл. 3).

Таблиця 3

Матриця SWOT-аналізу впровадження CMS

Сильні сторони	Слабкі сторони
1. Підвищення безпеки дорожнього руху. 2. Покращення ефективності управління транспортним засобом і логістики. 3. Можливість інтеграції додаткових функцій. 4. Спрощення юридичних процедур. 5. Високий рівень цифрової грамотності суспільства. 6. Підтримка регуляторних ініціатив і стандартів. 7. Енергоефективність.	1. Висока вартість початкових інвестицій та обслуговування. 2. Технічні збої в роботі. 3. Недостатній рівень кваліфікації персоналу. 4. Перехідний період для адаптації водіїв. 5. Неготовність інфраструктури. 6. Імпортозалежність та відсутність власного виробництва. 7. Застарілий автопарк.
Потенційні можливості	Загрози
1. Розвиток нових технологій. 2. Інтеграція з іншими системами. 3. Економічне зростання країни. 4. Державна підтримка транспортної галузі. 5. Гранти від міжнародних фондів. 6. Конкурентна перевага для перевізників. 7. Економічний ефект. 8. Соціальний ефект.	1. Політична нестабільність. 2. Економічна нестабільність. 3. Кіберзагрози та виток інформації. 4. Опір персоналу. 5. Недосконалість національного законодавства. 6. Рівень платоспроможності. 7. Технологічне старіння та швидкі зміни стандартів.

Складено авторами за [1; 4; 12; 17; 18; 21; 22]

Проведений SWOT-аналіз фокусується на внутрішніх та зовнішніх аспектах і свідчить про наявність значного потенціалу для впровадження CMS (табл. 3). Технологічна ефективність CMS через автоматизацію зменшує кількість ДТП та витрати на усунення їх наслідків. Покращення аеродинаміки транспорту знижує експлуатаційні витрати. Географічне розташування України обумовлює значні перспективи залишатись транзитним хабом, що посилює експортні можливості транспортної галузі. Наявність міжнародних стандартів прискорює стандартизацію та сертифікацію у сфері цифровізації, що сприяє інтеграції з ЄС, створюючи нові робочі місця. Однак, залежність від імпорту, інфраструктурні обмеження, високі початкові інвестиції та витрати на обслуговування є критичними бар'єрами та ризиками для транспортного сектору України. Для вирішення цих викликів необхідно застосовувати комплексний підхід через державні програми та залучення коштів міжнародних фондів. При цьому потенційні можливості отримати економічний та соціальний ефект реальні завдяки зростанню світового ринку, відновленню інвестицій в транспортну галузь і підвищенню обізнаності користувачів через освіту та інформаційні кампанії. Проте, широкомасштабне впровадження CMS можуть ускладнити геополітичні ризики, світова конкуренція та бар'єри, пов'язані з кібератаками і приватністю.

ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

За результатами стратегічного аналізу впровадження систем моніторингу за допомогою камер (CMS) на транспорті в Україні (PEST та SWOT) пропонуються ключові рекомендації для основних стейкхолдерів.

1. Рекомендації для державних органів влади, головною метою яких є створення сприятливого та прогнозованого середовища для впровадження інноваційних технологій на транспорті.

По-перше, прискорити гармонізацію національного законодавства з ЄС: оновити національні стандарти і технічні регламенти, зокрема в частині використання CMS як повноцінної заміни традиційних дзеркал (на основі стандартів UNECE R46); запровадити дорожню карту гармонізації національного законодавства зі стандартами UNECE; розробити чіткі процедури сертифікації та ліцензування для забезпечення правової визначеності ринку; створити національні тестові полігони для сертифікації ADAS/CMS.

По-друге, стимулювати розвиток локального виробництва компонентів CMS та активізувати наукові дослідження технологій CMS задля зниження залежності від імпорту; провести модернізацію автопарку; впровадити державні програми підтримки, що передбачають: податкові пільги, часткову компенсацію витрат, пільгове кредитування, програми співфінансування, механізми державно-приватного партнерства та ін.

По-третє, підсилити кібербезпеку на державному рівні: удосконалити державні стандарти і протоколи кіберзахисту транспортних систем; забезпечити ефективну роботу систем оперативного реагування на інциденти кібербезпеки у транспортному секторі.

2. Рекомендації для бізнесу (операторів транспортних послуг, перевізників) спрямовані на підвищення ефективності застосування CMS для забезпечення конкурентоспроможності.

По-перше, зробити інвестиції в CMS пріоритетними задля зниження витрат пов'язаних з наслідками ДТП. Для оновлення / модернізації автопарку використовувати програми лізингу, державну підтримку та кошти міжнародних фондів. Обґрунтування водіям та інвесторам базувати на розрахунках потенціальної економії експлуатаційних витрат.

По-друге, інвестувати в навчання персоналу, що передбачає комплексні програми навчання водіїв та обслуговуючого персоналу, інформаційні кампанії демонстрації вигод CMS.

По-третє, використовувати конкурентні переваги від використання CMS: акцентувати увагу клієнтів на використанні перевізником сучасних технологій, що підтверджує високі світові стандарти безпеки перевезень та інноваційну орієнтацію компанії; домовлятися зі страховими компаніями про унікальні (спеціальні) умови страхування через використання сучасних систем безпеки та моніторингу.

3. Рекомендації для виробників та постачальників CMS спрямовані на адаптацію продукту до умов українського ринку та можливостей розвитку.

По-перше, адаптувати CMS до місцевої інфраструктури та флоту, що потребує рішень спрямованих на адаптацію цих систем до застарілих моделей транспорту, якості автомобільних шляхів, впливу кліматичних умов, нестабільності напруги в електричній мережі та вандалізму. Стимулювати розвиток сервісної мережі й стандартів обслуговування камерних систем.

По-друге, приймати активну участь у нормотворчості, що передбачає співробітництво з державними органами та галузевими асоціаціями, метою якого має стати удосконалення національного законодавства, технічних стандартів, сертифікації та ліцензування.

По-третє, розвивати стратегічне партнерство з українськими ІТ-компаніями, щоб забезпечити якісну інтеграцію з локальними цифровими системами та кібербезпеку. Локалізувати виробництво компонентів CMS для зниження залежності від імпорту та розширення можливостей участі у державних закупівлях.

Таким чином, впровадження CMS це не просто заміна статичних дзеркал на нові технології, це інтелектуальна система, яка має значний потенціал для підвищення безпеки та економії експлуатаційних витрат, особливо в сегменті комерційного транспорту, активно допомагає водіям долати обмеження людського сприйняття. Від широкомасштабного впровадження CMS очікується отримати наступні ефекти: економічний, соціальний, технологічний, екологічний, а також підвищення конкурентоспроможності національної економіки.

ЛІТЕРАТУРА:

1. U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration. (2023). Pilot study of driver use of a camera-based visibility system versus traditional mirrors (Report No. DOT HS 813 483). URL: <https://rosap.nhtl.bts.gov/view/dot/72350> (дата звернення: 22.10.2025).
2. Deloitte. 2024 Global Automotive Consumer Study Key Findings: Global Focus Countries January 2024 / Deloitte Development LLC. – 2024. – 26 с. – URL: <https://www.deloitte.com/content/dam/assets-shared/docs/industries/consumer/2024/gx-deloittes-2024-global-automotive-consumer-study-january.pdf> (дата звернення: 22.10.2025).
3. Springer Open MITRE. PARTS: Market Penetration of Advanced Driver Assistance Systems (ADAS). – MITRE Technical Report PR-24-2614. – 2024. – 15 p. URL: <https://www.mitre.org/sites/default/files/2024-09/PR-24-2614-PARTS-Market-Penetration-Advanced-Driver-Assistance-Systems.pdf> (дата звернення: 01.10.2025).
4. Wögerbauer, E. M., Hecht, H., & Wessels, M. (2023). Camera-Monitor Systems as An Opportunity to Compensate for Perceptual Errors in Time-to-Contact Estimations. *Vision*, 7(4), 65. <https://doi.org/10.3390/vision7040065> (дата звернення: 01.10.2025).
5. Volvo Trucks. (2024, January). Driving with a camera monitor system or mirrors. Volvo Trucks Ukraine. – URL: <https://www.volvotrucks.com.ua/uk-ua/news/insights/articles/2024/jan/driving-with-a-camera-monitor-system-or-mirrors.html> (дата звернення: 22.10.2025).
6. Чому хороший дизайн вантажівки — це не лише зовнішній вигляд // Volvo Trucks : офіц. сайт. 2023. 28 листоп. URL: <https://www.volvotrucks.com.ua/uk-ua/news/insights/articles/2023/nov/why-good-truck-design-is-not-just-about-looks.html> (дата звернення: 22.10.2025).
7. MITRE AAA Foundation for Traffic Safety. Driver Warning Technologies and Partial Vehicle Automation: A Policymaker Guide / AAA Foundation. – 2023. – 65 p. URL: <https://aaafoundation.org/wp-content/uploads/2023/07/AAAFTS-Safety-Benefits-of-ADAS.pdf> (дата звернення: 01.10.2025).
8. Yingying Pang, Hongting Li, Shu Ma, Xinkui Hu, Zhen Yang. The impact of camera-monitor system viewing angles on drivers' distance perception: A simulated driving study, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Volume 104, 2024. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2024.103657> (дата звернення: 22.10.2025).
9. Christelle Al Haddad, Mohamed Abouelela, Kris Brijs, Evelien Polders, Tom Brijs, Constantinos Antoniou, Drivers' acceptance of adaptive warning-monitoring systems. Findings from a car driving simulator study, *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Volume 107, 2024, P. 1071-1091. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2024.10.005>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369847824002821>)
10. Arowolo, O., et al. Safety issues of connected cooperative automated mobility: a qualitative expert study. Working Paper Series №1. 2025. – 39 p. URL: https://cms.serg.paris/uploads/WPS_2025_11_Arowolo_14f275a60f.pdf (дата звернення: 22.10.2025).
11. Cesaro M. Beyond ADAS adoption: assessing effectiveness and socio-economic impacts of the Advanced Driver Assistance Systems (master thesis / 2024) – Politecnico di Milano / 2024. URL: https://www.politesi.polimi.it/retrieve/5e9f9369-c910-41d6-bb71-b4a9f1610371/2025_04_Cesaro_Tesi.pdf (дата звернення: 26.09.2025)

12. Aleksa, M., Schaub, A., Erdelean, I. et al. Impact analysis of Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) regarding road safety – computing reduction potentials. Eur. Transp. Res. Rev. 16, 39 (2024). <https://doi.org/10.1186/s12544-024-00654-0>
13. UNECE. (2023). UN Regulation No. 46. Revision 7: Uniform provisions concerning the approval of devices for indirect vision. Retrieved from [https://unece.org/sites/default/files/2024-02/R046r7e\(1\).pdf](https://unece.org/sites/default/files/2024-02/R046r7e(1).pdf) (дата звернення: 22.10.2025).
14. Neumann T. Analysis of Advanced Driver-Assistance Systems for Safe and Comfortable Driving of Motor Vehicles. Sensors. 2024; 24(19):6223. <https://doi.org/10.3390/s24196223>
15. Xugui Zhou, Anqi Chen, Maxfield Kouzel, Haotian Ren, Morgan McCarty, Cristina Nita-Rotaru, and Homa Alemzadeh. 2025. Runtime Stealthy Perception Attacks against DNN-based Adaptive Cruise Control Systems. In Proceedings of the 20th ACM Asia Conference on Computer and Communications Security (ASIA CCS '25). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1065–1082. <https://doi.org/10.1145/3708821.3710832>
16. Desay SV. Desay SV Camera-Monitor System Is Ready to Hit the Market / Desay SV. – 2024. – URL: <https://en.desaysv.com/newsDetails/504.html> (дата звернення: 22.10.2025)
17. Кабінет Міністрів України. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2025-2027 роках : постанова від 27 грудня 2024 р. № 1550. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1550-2024-%D0%BF#Text> (дата звернення: 22.10.2025).
18. Novikova A., Lytvynenko O. SWOT analysis of Ukraine's transport industry / A. Novikova, O. Lytvynenko // MATEC Web of Conferences (EOT2024). – 2024. URL: https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2024/02/mateconf_eot24_03001.pdf (дата звернення: 22.10.2025).
19. Воліков В.В., Шевченко Є.О. Економічна оцінка потенціалу комерціалізації патенту на «спосіб приготування кулінарної страви довготривалого зберігання» із застосуванням PEST- та SWOT-аналізів. Бізнес Інформ. 2025. № 9. С. 400–409. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-9-400-409>
20. Aleksa, M., Schaub, A., Erdelean, I. et al. Impact analysis of Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) regarding road safety – computing reduction potentials. Eur. Transp. Res. Rev. 16, 39 (2024). <https://doi.org/10.1186/s12544-024-00654-0>
21. Poyda-Nosyk, N., & Bacho, R. (2024). Strategic Development Trends in the Automotive Industry of Ukraine. Engineering Proceedings, 79(1), 71. <https://doi.org/10.3390/engproc2024079071>
22. Буряченко, А., Бороденко, Т., & Захожай, К. (2024). КОМУНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ: ТАРИФИ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ. Економіка та суспільство, (64). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-64-5>

REFERENCES:

1. U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration. (2023). Pilot study of driver use of a camera-based visibility system versus traditional mirrors (Report No. DOT HS 813 483). URL: <https://rosap.nhtl.bts.gov/view/dot/72350> (date of application: 22.10.2025).
2. Deloitte. 2024 Global Automotive Consumer Study Key Findings: Global Focus Countries January 2024 / Deloitte Development LLC. – 2024. – 26 с. – URL: <https://www.deloitte.com/content/dam/assets-shared/docs/industries/consumer/2024/gx-deloittes-2024-global-automotive-consumer-study-january.pdf> (date of application: 22.10.2025).
3. Springer Open MITRE. PARTS: Market Penetration of Advanced Driver Assistance Systems (ADAS). – MITRE Technical Report PR-24-2614. – 2024. – 15 p. URL: <https://www.mitre.org/sites/default/files/2024-09/PR-24-2614-PARTS-Market-Penetration-Advanced-Driver-Assistance-Systems.pdf> (date of application: 01.10.2025).
4. Wögerbauer, E. M., Hecht, H., & Wessels, M. (2023). Camera-Monitor Systems as An Opportunity to Compensate for Perceptual Errors in Time-to-Contact Estimations. Vision, 7(4), 65. <https://doi.org/10.3390/vision7040065> (date of application: 01.10.2025).
5. Volvo Trucks. (2024, January). Driving with a camera monitor system or mirrors. Volvo Trucks Ukraine. – URL: <https://www.volvotrucks.com.ua/uk-ua/news/insights/articles/2024/jan/driving-with-a-camera-monitor-system-or-mirrors.html> (date of application: 22.10.2025).
6. Chomu khoroshyi dyzain vantazhivky — tse ne lyshe zovnishnii vyhlid. Volvo Trucks: Ofits. sait. 2023, 28 November. Retrieved from: <https://www.volvotrucks.com.ua/uk-ua/news/insights/articles/2023/nov/why-good-truck-design-is-not-just-about-looks.html> (date of application: 22.10.2025).
7. MITRE AAA Foundation for Traffic Safety. Driver Warning Technologies and Partial Vehicle Automation: A Policymaker Guide / AAA Foundation. – 2023. – 65 p. URL: <https://aaaafoundation.org/wp-content/uploads/2023/07/AAAFTS-Safety-Benefits-of-ADAS.pdf> (date of application: 01.10.2025).
8. Yingying Pang, Hongting Li, Shu Ma, Xinkui Hu, Zhen Yang. The impact of camera-monitor system viewing angles on drivers' distance perception: A simulated driving study, International Journal of Industrial Ergonomics, Volume 104, 2024. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2024.103657> (date of application: 22.10.2025).

9. Christelle Al Haddad, Mohamed Abouelela, Kris Brijs, Evelien Polders, Tom Brijs, Constantinos Antoniou, Drivers' acceptance of adaptive warning-monitoring systems. Findings from a car driving simulator study, *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Volume 107, 2024, P. 1071-1091. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2024.10.005>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369847824002821>)
10. Arowolo, O., et al. Safety issues of connected cooperative automated mobility: a qualitative expert study. Working Paper Series № 1. 2025. – 39 p. URL: https://cms.serg.paris/uploads/WPS_2025_11_Arowolo_14f275a60f.pdf (date of application: 22.10.2025).
11. Cesaro M. Beyond ADAS adoption: assessing effectiveness and socio-economic impacts of the Advanced Driver Assistance Systems (master thesis / 2024) – Politecnico di Milano / 2024. URL: https://www.politesi.polimi.it/retrieve/5e9f9369-c910-41d6-bb71-b4a9f1610371/2025_04_Cesaro_Tesi.pdf (date of application: 26.09.2025)
12. Aleksa, M., Schaub, A., Erdelean, I. et al. Impact analysis of Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) regarding road safety – computing reduction potentials. *Eur. Transp. Res. Rev.* 16, 39 (2024). <https://doi.org/10.1186/s12544-024-00654-0>
13. UNECE. (2023). UN Regulation No. 46. Revision 7: Uniform provisions concerning the approval of devices for indirect vision. Retrieved from [https://unece.org/sites/default/files/2024-02/R046r7e\(1\).pdf](https://unece.org/sites/default/files/2024-02/R046r7e(1).pdf) (date of application: 22.10.2025).
14. Neumann T. Analysis of Advanced Driver-Assistance Systems for Safe and Comfortable Driving of Motor Vehicles. *Sensors*. 2024; 24(19):6223. <https://doi.org/10.3390/s24196223>
15. Xugui Zhou, Anqi Chen, Maxfield Kouzel, Haotian Ren, Morgan McCarty, Cristina Nita-Rotaru, and Homa Alemzadeh. 2025. Runtime Stealthy Perception Attacks against DNN-based Adaptive Cruise Control Systems. In *Proceedings of the 20th ACM Asia Conference on Computer and Communications Security (ASIA CCS '25)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1065–1082. <https://doi.org/10.1145/3708821.3710832>
16. Desay SV. Desay SV Camera-Monitor System Is Ready to Hit the Market / Desay SV. – 2024. – URL: <https://en.desaysv.com/newsDetails/504.html> (date of application: 22.11.2025)
17. Cabinet of Ministers of Ukraine. Pro skhvalennia Natsionalnoi transportnoi stratehii Ukrainy na period do 2030 roku ta zatverdzhennia operatsiinoho planu zakhodiv z yii realizatsii u 2025–2027 rokakh: Postanova vid 27 hrudnia 2024 r. No. 1550. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1550-2024-%D0%BF#Text> (date of application: 22.10.2025).
18. Novikova A., Lytvynenko O. SWOT analysis of Ukraine's transport industry / A. Novikova, O. Lytvynenko // *MATEC Web of Conferences (EOT2024)*. – 2024. URL: https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2024/02/mateconf_eot24_03001.pdf (дата звернення: 22.10.2025).
19. Volikov V. V., Shevchenko Y. O. Economic Assessment of the Commercialization Potential of the Patent for the «Method for Preparing a Long Shelf-Life Culinary Dish» Using PEST and SWOT Analyses. *BUSINESS INFORM №9-2025*. p. 400 – 409. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-9-400-409>
20. Aleksa, M., Schaub, A., Erdelean, I. et al. Impact analysis of Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) regarding road safety – computing reduction potentials. *Eur. Transp. Res. Rev.* 16, 39 (2024). <https://doi.org/10.1186/s12544-024-00654-0>
21. Poyda-Nosyk, N., & Bacho, R. (2024). Strategic Development Trends in the Automotive Industry of Ukraine. *Engineering Proceedings*, 79(1), 71. <https://doi.org/10.3390/engproc2024079071>
22. Buriachenko, A., Borodenko, T., & Zakhovzhai, K. (2024). PUBLIC TRANSPORT IN UKRAINE UNDER THE CONDITIONS OF MARITAL STATE: TARIFFS AND ENSURING FINANCIAL STABILITY. *Economy and Society*, (64). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-64-5>

STRATEGIC ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION OF CAMERA MONITORING SYSTEMS (CMS) IN UKRAINIAN TRANSPORT (PEST AND SWOT)

VOLIKOV Volodymyr ¹, PANCHENKO Ihor ²

¹ Institute for Single Crystals of the National Academy of Sciences of Ukraine

² Valera Logistics Inc

The article is devoted to the strategic analysis of implementing Camera Monitoring Systems (CMS) in the transport sector of Ukraine using PEST and SWOT analytical methods, as well as to the development of recommendations for key stakeholders. It is noted that CMS offers several advantages over physical mirrors: (1) improved visibility; (2) clear display images regardless of lighting conditions; (3) reduced aerodynamic drag; (4) additional functional capabilities; (5) enhanced road safety. The article emphasizes that a key aspect in the operation of ADAS technologies is the human factor, which is determined by: (1) the driver's proper understanding of system capabilities, technological limitations, and rules of operation; (2) excessive driver reliance on automation. The study identifies the main factors influencing the implementation of CMS, taking into account the specifics of the Ukrainian context, which are grouped as follows: (1) Technical and technological factors – affecting vehicle controllability, design, reduction of operational costs, and the reliability of hardware and software; (2) Regulatory and legal factors – governing various aspects of legal relations related to CMS; (3) Organizational factors – determining personnel training and driver adaptation to the features of using the CMS, as well as influencing the development of service center infrastructure; (4) Social factors – ensuring improvements in quality of life and safety, as well as reducing the negative consequences of road accidents. External and internal determinants of large-scale CMS implementation in Ukraine's transport sector are identified using PEST and SWOT analysis. Based on the results of the strategic analysis of CMS implementation, key recommendations for major stakeholders are proposed. Recommendations for public authorities aim to create a favorable and predictable environment for introducing innovative technologies in the transport sector. Recommendations for businesses (transport operators and carriers) focus on increasing the effectiveness of CMS application to enhance competitiveness. Recommendations for CMS manufacturers and suppliers are aimed at adapting the product to the Ukrainian market and supporting further development opportunities.

Keywords: camera monitoring systems, PEST, SWOT, CMS, car safety, social benefit.