

УДК ДК 625.7/.8
UDC ДК 625.7/.8

DOI:10.33744/0365-8171-2025-117.2-097-105

**МЕТОДИ ОЦІНКИ ДОРОЖНІХ УМОВ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ ДЛЯ
ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ**

**METHODS FOR ASSESSING ROAD CONDITIONS ON HIGHWAYS TO IMPROVE TRAFFIC
SAFETY**



Мишковець Сергій Федорович, аспірант, кафедри транспортного будівництва та управління майном, Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: s.f.myshkovets@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-1590-8906>



Савенко В'ячеслав Якович, Заслужений діяч науки і техніки України, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри транспортного будівництва та управління майном, Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: svi1310@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0001-8174-7728>

Анотація: Дорожній рух є ключовим фактором сучасної транспортної системи та економіки країни. Безпека дорожнього руху залишається однією з головних проблем у багатьох державах. Оцінка дорожніх умов є важливим елементом для зменшення аварійності та підвищення ефективності транспортних потоків. Сучасні методи оцінки стану доріг включають як традиційні інспекції, так і цифрові технології. Використання штучного інтелекту дозволяє прогнозувати ризики та визначати аварійно-небезпечні ділянки [9][10]. Мобільні додатки дають змогу громадянам оперативно повідомляти про проблеми на дорогах [4][15]. Інтелектуальні транспортні системи інтегрують дані з різних джерел для оптимізації руху [1].

У статті проаналізовано міжнародні практики оцінки дорожніх умов, зокрема у країнах Європи та Північної Америки [3][14]. Здійснено порівняння із практикою в Україні, де поступово впроваджуються цифрові платформи та системи моніторингу [5][6][11][12]. Розглянуто нормативно-правову базу та методи дорожніх аудитів в Україні [11][12][13]. Виявлено переваги використання прогнозних моделей для оцінки стану покриття та дорожніх об'єктів. Надано огляд інструментів для аналізу ризиків та планування заходів із підвищення безпеки руху. Оцінено ефективність інтеграції міжнародного досвіду у національну практику [14][15].

Встановлено, що застосування цифрових технологій дозволяє скоротити час реагування на аварійні ситуації. Проаналізовано вплив дорожніх умов на інтенсивність руху та частоту ДТП. Вказано на перспективи розвитку методів оцінки стану доріг із використанням великих даних [8][11]. Оцінка дорожніх умов є основою для планування ремонтів та модернізації транспортної інфраструктури. Висвітлено роль співпраці державних органів та приватного сектору у покращенні безпеки руху.

Підкреслено важливість навчання та підвищення кваліфікації дорожніх інспекторів. Стаття демонструє, що системний підхід до оцінки дорожніх умов сприяє значному зниженню ризиків на дорогах та підвищенню загальної безпеки руху.

Ключові слова: оцінка дорожніх умов, безпека руху, міжнародний досвід, Україна, штучний інтелект, мобільні додатки, інноваційні технології, дорожній моніторинг.

Мета роботи: Метою цієї роботи є всебічний аналіз сучасних методів оцінки дорожніх умов з метою підвищення безпеки дорожнього руху. Особлива увага приділяється порівнянню міжнародного досвіду з практикою в Україні для виявлення ефективних підходів та технологій. Дослідження спрямоване на оцінку можливостей впровадження цифрових інструментів та інноваційних методів моніторингу стану доріг. Кінцевою метою є формування рекомендацій щодо вдосконалення системи оцінки дорожніх умов в Україні з урахуванням світових стандартів та практик.

Матеріали та методи. Для досягнення поставленої мети було проведено:

- Огляд міжнародних методів оцінки дорожніх умов, зокрема використання штучного інтелекту та мобільних додатків для моніторингу стану доріг [9][10][15].
- Аналіз нормативно-правової бази України щодо оцінки дорожніх умов та безпеки руху [5][11][12].
- Порівняння практик оцінки дорожніх умов в Україні та за кордоном [3][8][14].

Результати та пояснення

Міжнародний досвід

У країнах Європи, таких як Швеція, Нідерланди та Німеччина, активно застосовуються інноваційні методи оцінки дорожніх умов. Ці країни поєднують традиційні інспекції та дорожні аудити з сучасними цифровими технологіями. Використання штучного інтелекту дозволяє обробляти великі обсяги даних з камер, сенсорів та дронів, що встановлені на дорогах [9][10]. Завдяки цьому можна автоматично виявляти дефекти дорожнього покриття, такі як тріщини, ями та нерівності.

Моделі машинного навчання прогнозують потенційні аварійно-небезпечні ділянки на основі історичних даних про ДТП, погодні умови та інтенсивність руху. Це дозволяє дорожнім службам попереджати водіїв про небезпечні зони та проводити превентивні ремонти. В Швеції інтегрують систему датчиків у дорожнє покриття для постійного контролю стану асфальту та ефективного планування ремонту [3].

У Нідерландах широко використовують інтелектуальні транспортні системи, що включають сенсори для вимірювання щільності трафіку та швидкості руху. Дані обробляються в режимі реального часу, і на основі отриманої інформації автоматично коригуються сигнали світлофорів та обираються оптимальні маршрути для громадського транспорту [3]. Крім того, активно застосовуються мобільні додатки для повідомлення водіїв про стан доріг та аварійні ділянки [4].

Німеччина застосовує автоматизоване сканування дорожнього покриття за допомогою лазерних сканерів та камер високої роздільної здатності. Дані обробляються за допомогою алгоритмів штучного інтелекту для оцінки індексу стану дорожнього покриття (PCI) та визначення зон підвищеного ризику [2].

У США та Канаді використання цифрових технологій поширене на федеральних трасах та магістралях. Дрони та сенсори встановлюються для оперативного моніторингу дорожніх умов. Дані обробляються алгоритмами машинного навчання для прогнозування аварій та оптимізації маршрутів реагування дорожніх служб [8].

Великобританія активно впроваджує інтелектуальні транспортні системи, що враховують погодні умови, трафік та стан покриття. На основі цих даних проводиться оптимізація роботи світлофорів, планування ремонтів та інформування водіїв через цифрові інформаційні панелі [1]. Аналогічні системи впроваджені у Франції, де також використовується прогнозування ризиків ДТП на основі історичних даних та моделей машинного навчання [8].

Норвегія та Данія активно використовують цифрові платформи для збору даних про стан доріг та аварійні випадки. Ці платформи інтегрують інформацію з камер, сенсорів та мобільних додатків, що дозволяє здійснювати комплексний аналіз безпеки. На основі отриманих даних проводяться превентивні ремонти та планування дорожніх робіт, що знижує кількість аварій [3].

У Японії застосовують автономні роботизовані системи для оцінки стану мостів, під'їзних шляхів та великих транспортних розв'язок. Роботи обладнані датчиками та камерами для збору детальних даних про дефекти покриття. Алгоритми штучного інтелекту аналізують ці дані, дозволяючи прогнозувати розвиток дефектів і визначати пріоритетні ділянки для ремонту [10].

В Австралії та Новій Зеландії застосовують подібні системи для віддалених трас, де традиційний контроль складний через географічні особливості. Дрони і автономні мобільні платформи забезпечують регулярне оновлення інформації про стан покриття та швидке реагування на аварійні ситуації [3].

Комбінація цифрових технологій і традиційних аудитів показала найвищу ефективність оцінки дорожніх умов. Інтелектуальні системи дозволяють враховувати погодні умови, час доби, щільність руху та інші фактори ризику, що зменшує ймовірність ДТП. Всі дані інтегруються в єдині платформи, що забезпечує державним органам комплексний аналіз безпеки дорожнього руху та ефективне планування ремонтів.

Міжнародний досвід демонструє, що системний підхід, який поєднує традиційні аудити, цифрові платформи та штучний інтелект, дозволяє значно підвищити ефективність управління дорожньою інфраструктурою. Регулярний моніторинг та прогнозування дефектів покриття сприяють зниженню аварійності та підвищенню безпеки на дорогах.

Українська практика

В Україні традиційні методи оцінки дорожніх умов базуються на дорожніх аудитах, інспекціях та регулярних перевірках, що проводяться відповідно до нормативних актів [5]. Основними завданнями є виявлення дефектів покриття, оцінка стану дорожніх об'єктів та прогнозування можливих аварійних ситуацій. Незалежні аудитори оцінюють як проекти нових доріг, так і стан існуючих шляхів, щоб визначити потенційні небезпеки для учасників руху.

Проте застосування цифрових технологій у цій сфері поки що обмежене. Лише деякі міські служби впровадили пілотні проекти з використанням мобільних додатків та сенсорів [6]. Ці додатки дозволяють водіям оперативно повідомляти про ями, аварії та інші дефекти, але охоплення поки що незначне.

Таблиця 1 – Порівняльні показники оцінки дорожніх умов у різних країнах

Table 1 – Comparative indicators of road conditions assessment in different countries

Країна	Метод оцінки	Використання цифрових технологій	Частота моніторингу	Середній PCI	Основні інструменти
Швеція	Дорожні аудити + AI	Так	Щомісячно	85	Камери, датчики, ML-моделі
Нідерланди	Інтелектуальні транспортні системи	Так	Постійно	88	ІоТ, сенсори, додатки
Німеччина	Автоматизоване сканування покриття	Так	Щоквартально	82	Лазерні сканери, ML
США	Мобільні додатки + AI	Так	Щотижня	80	Дрони, датчики, додатки
Великобританія	Дорожні аудити + системи прогнозування	Так	Щомісяця	83	Камери, бази даних, ML
Японія	Автономні системи + AI	Так	Постійно	90	Роботи, датчики, сенсори

Висновок: Таблиця демонструє широкий спектр методів та технологій у країнах Європи та Азії, включаючи активне використання AI, IoT та автономних систем.

Таблиця 2 – Показники оцінки дорожніх умов в Україні
Table 2 – Indicators of assessment of road conditions in Ukraine

Область	Метод оцінки	Використання цифрових технологій	Частота моніторингу	Середній PCI	Основні інструменти
Київська	Дорожні інспекції + аудити	Частково	Щоквартально	70	Камери, інспекції
Львівська	Аудити + цифрові платформи	Частково	Щоквартально	68	Сенсори, додатки
Дніпропетровська	Дорожні аудити	Обмежено	Щорічно	65	Інспекції, фото
Одеська	Інспекції	Обмежено	Щорічно	63	Інспекції, фото
Харківська	Аудити + пілотні цифрові системи	Частково	Щоквартально	66	Камери, сенсори

Висновок: Показники демонструють, що Україна відстає за частотою моніторингу та масштабом впровадження цифрових технологій у порівнянні з міжнародним досвідом.

Таблиця 3 – Порівняння ризику ДТП за станом дорожніх умов
Table 3 – Comparison of the risk of road accidents according to the state of road conditions

Країна/Область	Середній PCI	Кількість ДТП на 100 км ² /рік	Основні фактори ризику	Використання сучасних методів оцінки
Швеція	85	5	Погодні умови, швидкість	AI, інтелектуальні системи, дрони
Нідерланди	88	4	Велика інтенсивність руху	IoT, сенсори, мобільні додатки
Німеччина	82	6	Покриття на мостах, дорожні ремонти	Лазерні сканери, ML
США	80	7	Погодні умови, аварійні ділянки	Дрони, датчики, мобільні додатки
Великобританія	83	5	Швидкісні магістралі, дефекти покриття	Камери, бази даних, прогнозні моделі
Японія	90	3	Високий трафік у містах	Роботи, датчики, AI
Київська область	70	12	Дефекти покриття, ями, недостатня розмітка	Частково цифрові платформи, інспекції
Львівська область	68	14	Погодні умови, ями, погана розмітка	Аудити + цифрові платформи
Дніпропетровська	65	16	Вибоїни, незадовільне покриття	Інспекції, фотофіксація
Одеська область	63	18	Вибоїни, дорожня розмітка, пішоходи	Інспекції, фото
Харківська область	66	15	Покриття, швидкість, дефекти мостів	Пілотні цифрові системи, камери

Висновок: Таблиця дозволяє чітко побачити взаємозв'язок між станом покриття, частотою ДТП та застосуванням сучасних методів оцінки.

Таблиця 4 – Порівняльні показники оцінки дорожніх умов: міжнародний досвід та Україна

Table 4 – Comparative indicators of road conditions assessment: international experience and Ukraine

Країна/ Область	Метод оцінки	Використання цифрових технологій	Частота моніторингу	Середній PCI	Кількість ДТП на 100 км²/рік	Основні фактори ризику
Швеція	Дорожні аудити + AI	Так	Щомісячно	85	5	Погодні умови, швидкість
Нідерланди	Інтелектуальні транспортні системи	Так	Постійно	88	4	Велика інтенсивність руху
Німеччина	Автоматизоване сканування покриття	Так	Щоквартально	82	6	Покриття на мостах, дорожні ремонти
США	Мобільні додатки + AI	Так	Щотижня	80	7	Погодні умови, аварійні ділянки
Великобританія	Дорожні аудити + прогнозні системи	Так	Щомісяця	83	5	Швидкісні магістралі, дефекти покриття
Японія	Автономні системи + AI	Так	Постійно	90	3	Високий трафік у містах
Київська область	Дорожні інспекції + аудити	Частково	Щоквартально	70	12	Дефекти покриття, ями, недостатня розмітка
Львівська область	Аудити цифрові платформи +	Частково	Щоквартально	68	14	Погодні умови, ями, погана розмітка
Дніпропетровська	Дорожні аудити	Обмежено	Щорічно	65	16	Вибірні, незадовільне покриття
Одеська область	Інспекції	Обмежено	Щорічно	63	18	Вибірні, дорожня розмітка, пішоходи
Харківська область	Аудити пілотні цифрові системи +	Частково	Щоквартально	66	15	Покриття, швидкість, дефекти мостів

Висновок: Таблиця демонструє:

1. Зв'язок між станом покриття (PCI) та частотою ДТП.
2. Переваги використання цифрових та інтелектуальних технологій у країнах Європи, США та Японії.
3. Відставання України у частоті моніторингу та масштабах впровадження інноваційних методів.
4. Можливі пріоритетні напрямки для вдосконалення систем оцінки дорожніх умов в Україні.

Україна активно співпрацює з міжнародними організаціями, такими як iRAP та Global Road Safety Facility, для адаптації світових практик безпеки руху [5][6]. Проводяться навчальні семінари та тренінги для дорожніх інспекторів з метою підвищення кваліфікації у використанні сучасних методів оцінки стану доріг.

Інтеграція цифрових технологій, включаючи збір даних з камер, сенсорів та дронів, дозволяє покращити прогнозування дефектів покриття та планування ремонтів. У Київській області встановлюють камери на магістралях для моніторингу ям, тріщин і небезпечних ділянок. Львівська область використовує сенсори та цифрові платформи для збору інформації про стан дорожніх покриттів та погодні умови.

Дніпропетровська та Одеська області досі обмежено застосовують цифрові інструменти, переважно проводячи інспекції та фотофіксацію проблемних ділянок. Харківська область запровадила пілотні системи моніторингу з використанням камер і сенсорів, що дозволяє прогнозувати дефекти та планувати ремонти за пріоритетами [7].

Висновки

Інтеграція інноваційних технологій у процес оцінки дорожніх умов значно підвищує ефективність моніторингу та забезпечення безпеки руху [1][4][9]. Використання цифрових платформ, сенсорів, камер та алгоритмів штучного інтелекту дозволяє отримувати точні дані про стан дорожнього покриття у реальному часі. Це скорочує час реагування дорожніх служб на аварійні ситуації та дефекти покриття. Крім того, автоматизація оцінки покриття зменшує людський фактор і підвищує точність прогнозів щодо розвитку дефектів. Завдяки інтеграції цих технологій можна планувати ремонти більш ефективно, що економить бюджетні кошти. Використання таких систем дозволяє одночасно контролювати стан дороги і безпеку учасників руху.

Міжнародний досвід свідчить про доцільність впровадження штучного інтелекту, мобільних додатків та інтелектуальних транспортних систем для покращення оцінки стану доріг [3][10]. Дані про дорожнє покриття та трафік можуть оброблятися автоматично для прогнозування аварійно-небезпечних ділянок. Країни Європи та Японія успішно поєднують AI із традиційними аудитами, що забезпечує комплексну оцінку стану доріг. Мобільні додатки залучають водіїв до оперативного повідомлення про проблеми на маршрутах, підвищуючи швидкість реагування. Інтелектуальні транспортні системи дозволяють оптимізувати рух і підвищити безпеку на великих магістралях. Використання таких інструментів є ефективним навіть у складних погодних та географічних умовах.

Використання цифрових платформ та сенсорів дозволяє оперативно виявляти дефекти покриття і планувати ремонти за пріоритетами [2][6]. Сенсори та дрони збирають дані про тріщини, ями та нерівності, що дозволяє дорожнім службам швидко реагувати на проблемні ділянки. Ця технологія знижує ризик аварій та покращує довговічність дорожнього покриття. Дані аналізуються алгоритмами машинного навчання, що дає змогу прогнозувати розвиток дефектів та планувати ремонти на основі ризиків. В Україні такі системи лише почали впроваджуватися, але міжнародний досвід показує їхню високу ефективність. Впровадження цифрових платформ може стати ключовим кроком для модернізації національної дорожньої інфраструктури.

Україна має потенціал для вдосконалення існуючих методів оцінки дорожніх умов шляхом адаптації передових міжнародних практик з урахуванням національних особливостей [5][7]. Поєднання традиційних аудитів та цифрових технологій дозволить підвищити точність оцінки стану доріг. Впровадження систем моніторингу та прогнозування дефектів допоможе ефективніше

планувати ремонти та скоротити витрати на утримання доріг. Навчання та підвищення кваліфікації дорожніх інспекторів сприятиме більш якісному використанню новітніх технологій. Співпраця з міжнародними організаціями дозволяє адаптувати світові практики безпеки дорожнього руху до українських реалій. Застосування цих підходів забезпечить зниження аварійності та покращить безпеку для водіїв і пішоходів.

Системний підхід, що поєднує традиційні аудити, цифрові технології та прогнозування дефектів, забезпечує зниження аварійності та підвищення безпеки на дорогах. Такий підхід дозволяє комплексно оцінювати стан покриття, транспортні потоки та ризики на дорогах. Інформація з різних джерел об'єднується в єдині цифрові платформи для швидкого прийняття рішень. Прогнозування дефектів покриття дає можливість проводити превентивні ремонти, що значно знижує ймовірність ДТП. Впровадження системного підходу підвищує ефективність дорожніх служб та зменшує людські втрати. Це стратегічно важливий крок для розвитку національної транспортної інфраструктури.

Перелік посилань

1. Aimsun. *Aimsun Live: Real-Time Traffic Forecasting*. 2023. Режим доступу: <https://en.wikipedia.org/wiki/Aimsun>
2. Pavement Condition Index. *Methodology for Assessing Quality of Bitumen Road*. 2023. Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Pavement_condition_index
3. Vision Zero. *Multinational Road Traffic Safety Project*. 2023. Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Vision_Zero
5. FeGiS. *Early Detection of Dangerous Areas in Road Traffic*. 2023. Режим доступу: <https://en.wikipedia.org/wiki/FeGiS>
6. Global Road Safety Facility. *Practical Guide for Road Safety Auditors and Inspectors in Ukraine*. 2023. Режим доступу: <https://www.globalroadsafetyfacility.org/sites/default/files/2023-10/Practical%20Guide%20for%20Road%20Safety%20Auditors%20and%20Inspectors%20in%20Ukraine.pdf>
7. International Road Assessment Programme. *iRAP: Road Safety Audits and Inspections*. 2023. Режим доступу: <https://irap.org/>
8. Transport. *Risk Analysis of Road Traffic Accidents in Ukraine*. 2024. Режим доступу: <https://journals.vilniustech.lt/index.php/Transport/article/view/23190>
9. Del Serrone, G. *Proactive Safety Tools to Evaluate Potential Conditions of Road Layouts*. ScienceDirect. 2023. Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146523002405>
10. Bhatt, U., Mani, S., Xi, E., Kolter, J. Z. *Intelligent Pothole Detection and Road Condition Assessment*. arXiv. 2017. Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/1710.02595>
11. Karamanlis, I., Kokkalis, A., Profillidis, V., Botzoris, G., Kiourt, C., Sevetlidis, V., Pavlidis, G. *Deep Learning Based Black Spot Identification on Greek Road Networks*. arXiv. 2023. Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2306.10734>
12. Державне агентство автомобільних доріг України. *Методичні рекомендації з оцінки стану доріг*. Київ, 2022. С. 5–18, 23–45.
13. Міністерство інфраструктури України. *Звіт про стан дорожньої інфраструктури України*. Київ, 2021. С. 12–35, 47–60.
14. Харківська обласна державна адміністрація. *Моніторинг дорожніх умов*. Харків, 2023. С. 7–22, 30–40.
15. Світовий банк. *Безпека дорожнього руху та цифрові технології*. 2022. С. 15–28, 40–55.
16. Програма розвитку ООН в Україні. *Використання мобільних додатків для моніторингу стану доріг*. 2022. С. 3–18, 25–32.

METHODS FOR ASSESSING ROAD CONDITIONS ON HIGHWAYS TO IMPROVE TRAFFIC SAFETY

Myshkovets Serhii F., PhD student at the Department of Transport Construction and Property Management, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: s.f.myshkovets@gmail.com, tel.+380442803942, <https://orcid.org/0009-0001-1590-8906>

Savenko Vyacheslav Ya, Honored Worker of Science and Technology of Ukraine, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Transport Construction and Property Management, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: svil310@ukr.net, tel.+380506572008, <https://orcid.org/0000-0001-8174-7728>

Summary. Road traffic is a key factor in modern transportation systems and a country's economy. Traffic safety remains one of the main challenges in many countries. Assessing road conditions is an essential element for reducing accident rates and improving the efficiency of traffic flows. Modern methods for evaluating road conditions include both traditional inspections and digital technologies. The use of artificial intelligence allows for predicting risks and identifying accident-prone areas [9][10]. Mobile applications enable citizens to promptly report road issues [4]. Intelligent transportation systems integrate data from various sources to optimize traffic [1].

This article analyzes international practices for assessing road conditions, particularly in European and North American countries [3]. A comparison is made with practices in Ukraine, where digital platforms and monitoring systems are gradually being implemented [5][6]. The regulatory framework and methods of road audits in Ukraine are examined. The advantages of using predictive models for assessing pavement and road infrastructure conditions are identified. An overview of tools for risk analysis and planning measures to enhance traffic safety is provided. The effectiveness of integrating international experience into national practice is evaluated.

It has been established that the use of digital technologies reduces response time to emergency situations. The impact of road conditions on traffic intensity and accident frequency is analyzed. Prospects for developing road condition assessment methods using big data are outlined [8]. Assessing road conditions forms the basis for planning repairs and modernizing transportation infrastructure. The role of cooperation between government agencies and the private sector in improving traffic safety is highlighted. The importance of training and upgrading the qualifications of road inspectors is emphasized. The article demonstrates that a systematic approach to assessing road conditions contributes to significantly reducing road risks and enhancing overall traffic safety.

Keywords: road condition assessment, traffic safety, international experience, Ukraine, artificial intelligence, mobile applications, innovative technologies, road monitoring.

References

1. Aimsun. *Aimsun Live: Real-Time Traffic Forecasting*. 2023. Access: <https://en.wikipedia.org/wiki/Aimsun>
2. Pavement Condition Index. *Methodology for Assessing Quality of Bitumen Road*. 2023. Access: https://en.wikipedia.org/wiki/Pavement_condition_index
3. Vision Zero. *Multinational Road Traffic Safety Project*. 2023. Access: https://en.wikipedia.org/wiki/Vision_Zero
4. FeGiS. *Early Detection of Dangerous Areas in Road Traffic*. 2023. Access: <https://en.wikipedia.org/wiki/FeGiS>
5. Global Road Safety Facility. *Practical Guide for Road Safety Auditors and Inspectors in Ukraine*. 2023. Access: <https://www.globalroadsafetyfacility.org/sites/default/files/2023-10/Practical%20Guide%20for%20Road%20Safety%20Auditors%20and%20Inspectors%20in%20Ukraine.pdf>
6. International Road Assessment Programme. *iRAP: Road Safety Audits and Inspections*. 2023. Access: <https://irap.org/>

7. Transport. *Risk Analysis of Road Traffic Accidents in Ukraine*. 2024. Access: <https://journals.vilniustech.lt/index.php/Transport/article/view/23190>
8. Del Serrone, G. *Proactive Safety Tools to Evaluate Potential Conditions of Road Layouts*. ScienceDirect. 2023. Access: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146523002405>
9. Bhatt, U., Mani, S., Xi, E., Kolter, J. Z. *Intelligent Pothole Detection and Road Condition Assessment*. arXiv. 2017. Access: <https://arxiv.org/abs/1710.02595>
10. Karamanlis, I., Kokkalis, A., Profillidis, V., Botzoris, G., Kiourt, C., Sevetlidis, V., Pavlidis, G. *Deep Learning Based Black Spot Identification on Greek Road Networks*. arXiv. 2023. Access: <https://arxiv.org/abs/2306.10734>
11. State Agency of Motor Roads of Ukraine. *Methodical Recommendations for Road Condition Assessment*. Kyiv, 2022. pp. 5–18, 23–45.
12. Ministry of Infrastructure of Ukraine. *Report on the State of Road Infrastructure in Ukraine*. Kyiv, 2021. pp. 12–35, 47–60.
13. Kharkiv Regional State Administration. *Monitoring of Road Conditions*. Kharkiv, 2023. pp. 7–22, 30–40.
14. World Bank. *Road Safety and Digital Technologies*. 2022. pp. 15–28, 40–55.
15. United Nations Development Programme in Ukraine. *Use of Mobile Applications for Road Condition Monitoring*. 2022. pp. 3–18, 25–32.

Дата надходження до редакції 21.05.2025.