УДК 656.13:004.89:005.8

А.А. Кашканов, А.А. Кашканова, Г.В. Козачук
Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

ІНТЕГРАЦІЯ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ У ЛОГІСТИЧНІ ПРОЦЕСИ ПРИВАТНИХ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Розглянуто можливості інтеграції навігаційних систем у логістичні процеси приватних автотранспортних підприємств. Обґрунтовано актуальність використання GPS-моніторингу та цифрових карт для підвищення ефективності управління перевезеннями, оптимізації маршрутів та зниження витрат. Проаналізовано організаційні та технічні аспекти впровадження навігаційних рішень, їхній вплив на економічні показники, безпеку руху та екологічність транспортної діяльності. Зроблено висновок про доцільність інтеграції навігаційних систем у логістичні схеми приватних підприємств як інструменту підвищення конкурентоспроможності та розвитку концепції «розумної логістики».

***Ключові слова**: навігаційні системи; GPS-моніторинг; цифрові карти; логістика; оптимізація маршрутів; транспортні технології; приватні автотранспортні підприємства; ефективність перевезень.*

The paper examines the integration of navigation systems into the logistics processes of private road transport enterprises. The relevance of GPS monitoring and digital maps is substantiated as tools for improving transport management efficiency, optimizing delivery routes, and reducing operational costs. Organizational and technical aspects of navigation system implementation are analyzed, along with their impact on economic performance, traffic safety, and environmental sustainability. The study concludes that the integration of navigation technologies into logistics schemes of private enterprises is a promising instrument for enhancing competitiveness and advancing the concept of "smart logistics".

***Key words**: navigation systems; GPS monitoring; digital maps; logistics; route optimization; transport technologies; private road transport enterprises; operational efficiency.*

У сучасних умовах цифрової трансформації транспортної галузі дослідження інтеграції навігаційних систем у логістичні процеси приватних автотранспортних підприємств набули особливої актуальності. Зростаюча конкуренція на ринку перевезень зумовлює потребу в ефективному управлінні автопарком, оптимізації маршрутів та зниженні витрат на пальне. Навігаційні системи виступають ключовим інструментом підвищення продуктивності та прозорості логістичних операцій, забезпечуючи контроль у реальному часі, скорочення простоїв і підвищення якості транспортних послуг.

За останні п'ять років наукові дослідження зосереджувалися на впровадженні GPS-моніторингу для відстеження руху транспортних засобів [1], RFID-технологій для автоматизованого контролю вантажів [2], застосуванні штучного інтелекту для прогнозування транспортних потоків та безпеки перевезень [3, 4] та IoT-рішень для інтеграції сенсорних систем у ланцюги постачання [5, 6]. Ці технології (табл. 1) забезпечили новий рівень керованості логістичних процесів, сприяли зниженню витрат, підвищенню точності доставки та формуванню екологічно орієнтованої моделі перевезень.

Таблиця 1 – Порівняння технологій покращення логістичних процесів

Напрям	Технології	Ефекти	Виклики
GPS + RFID	Моніторинг транспорту, автоматизоване зчитування вантажів	Скорочення часу доставки, зменшення помилок	Підтримка мережі, витрати на обслуговування
IoT	Сенсори, хмарна аналітика, GNSS	Зниження запасів, витрат, швидке відновлення	Високі капітальні витрати, слабка інфраструктура
AI	Машинне навчання, автономні системи	Оптимізація маршрутів, економія пального, безпека	Регуляторні бар'єри, суспільне прийняття

Напрям	Технології	Ефекти	Виклики
Організаційні умови	ERP-гармонізація, навчання персоналу	Підвищення ефективності впровадження	Нестача кадрів, правові прогалини

Важливим напрямом розвитку стало удосконалення організаційних умов – гармонізація ERP-систем, підготовка персоналу та адаптація нормативної бази до європейських стандартів [7, 8]. Інтеграція навігаційних технологій відповідає міжнародним екологічним вимогам і сприяє зменшенню викидів CO_2, що має особливе значення в контексті євроінтеграційних процесів України.

Попри значний прогрес у впровадженні навігаційних технологій у транспортну сферу, приватні автотранспортні підприємства України досі стикаються з низкою системних проблем, що обмежують ефективність їх використання у логістичних процесах [9]. Зокрема, відсутня комплексна модель інтеграції навігаційних систем із внутрішніми інформаційними платформами підприємств, що ускладнює оперативне управління перевезеннями, моніторинг технічного стану автопарку та контроль витрат. Недостатня стандартизація даних, слабка взаємодія між GPS-моніторингом, RFID-ідентифікацією та ERP-системами призводять до фрагментарності інформаційних потоків і зниження точності управлінських рішень.

Крім того, більшість малих і середніх перевізників не мають достатніх ресурсів для впровадження IoT- та AI-рішень, що обмежує можливості прогнозування маршрутів, оцінки ризиків і забезпечення екологічної ефективності. В умовах євроінтеграції України актуальним залишається питання гармонізації технічних стандартів навігаційних систем із вимогами ЄС та створення організаційно-правових механізмів їх адаптації до потреб приватного сектору.

Отже, проблема полягає у необхідності розроблення науково обґрунтованої моделі інтеграції навігаційних систем у логістичні процеси приватних автотранспортних підприємств, яка забезпечить підвищення ефективності управління перевезеннями, зниження витрат, екологічну стабільність та відповідність міжнародним стандартам цифрової логістики.

Сучасні навігаційні технології охоплюють глобальні супутникові системи (GPS, Galileo, ГЛОНАСС, BeiDou), електронні картографічні комплекси (ECDIS/ECS), а також інтегровані інформаційні платформи для управління транспортними потоками. Їхні функціональні можливості включають точне позиціонування, моніторинг руху, оптимізацію маршрутів, підвищення безпеки та екологічності перевезень.

Таблиця 2 – Можливості та сфера застосування сучасних навігаційних технологій

Технологія	Основні можливості	Сфера застосування
GNSS (GPS, Galileo, ГЛОНАСС, BeiDou)	Позиціонування, швидкість, курс, синхронізація часу	Автомобільний, авіаційний, морський транспорт
ECDIS/ECS	Електронні карти, прокладання маршруту, попередження про небезпеки	Морський транспорт, автомобільна логістика
Інтегровані системи (GNSS, датчики, телематика)	Оптимізація маршрутів, моніторинг стану ТЗ, прогнозування потоків	Приватні автотранспортні підприємства, «розумні міста»

GNSS забезпечують базову точність і глобальне покриття, ECDIS/ECS додають картографічну інтерпретацію та зручність управління маршрутами, інтегровані системи дозволяють комплексно управляти логістикою, знижувати витрати та підвищувати безпеку. Таким чином, сучасні навігаційні технології є ключовим інструментом модернізації транспортної діяльності приватних підприємств, особливо у сфері оптимізації перевезень та інтеграції у концепцію «Smart Mobility» [10].

Для інтеграції навігаційних систем у логістичні схеми приватних автотранспортних підприємств необхідно врахувати як організаційні, так і технічні умови. Це забезпечує не лише ефективність, а й стійкість системи у реальних умовах експлуатації.

Організаційні умови:

– стратегічне планування: визначення цілей інтеграції (зниження витрат, підвищення безпеки, екологічність);

– кадрове забезпечення: підготовка персоналу до роботи з навігаційними системами, навчання диспетчерів та водіїв;

– регламентування процесів: розробка внутрішніх стандартів використання GPS-моніторингу та цифрових карт;

– інтеграція у бізнес-процеси: включення навігаційних даних у систему управління перевезеннями, планування маршрутів та контролю виконання;

– фінансове забезпечення: інвестиції у обладнання, програмне забезпечення та технічну підтримку.

Технічні умови:

– інфраструктура: наявність стабільного інтернет-з'єднання та серверів для обробки навігаційних даних;

– обладнання: оснащення транспортних засобів GPS-трекерами, датчиками руху, телематичними модулями;

– програмне забезпечення: використання цифрових карт, систем диспетчерського контролю, алгоритмів оптимізації маршрутів;

– сумісність: інтеграція навігаційних систем із корпоративними ERP/CRM-платформами;

– безпека даних: захист навігаційної інформації від несанкціонованого доступу та кіберзагроз;

– технічна підтримка: регулярне оновлення картографічних даних, сервісне обслуговування обладнання.

Блок-діаграма процесу інтеграції навігаційних систем у логістичні схеми приватного підприємства (рис. 1) демонструє чотири ключові етапи: технологічний (GPS, RFID, IoT, AI), аналітичний (збір, хмарна обробка), оптимізаційний (розрахунок маршрутів, контроль транспорту), організаційний (ERP-системи, навчання персоналу). Результатами інтеграції є зниження витрат, екологічна ефективність, точність доставки та підвищення безпеки.

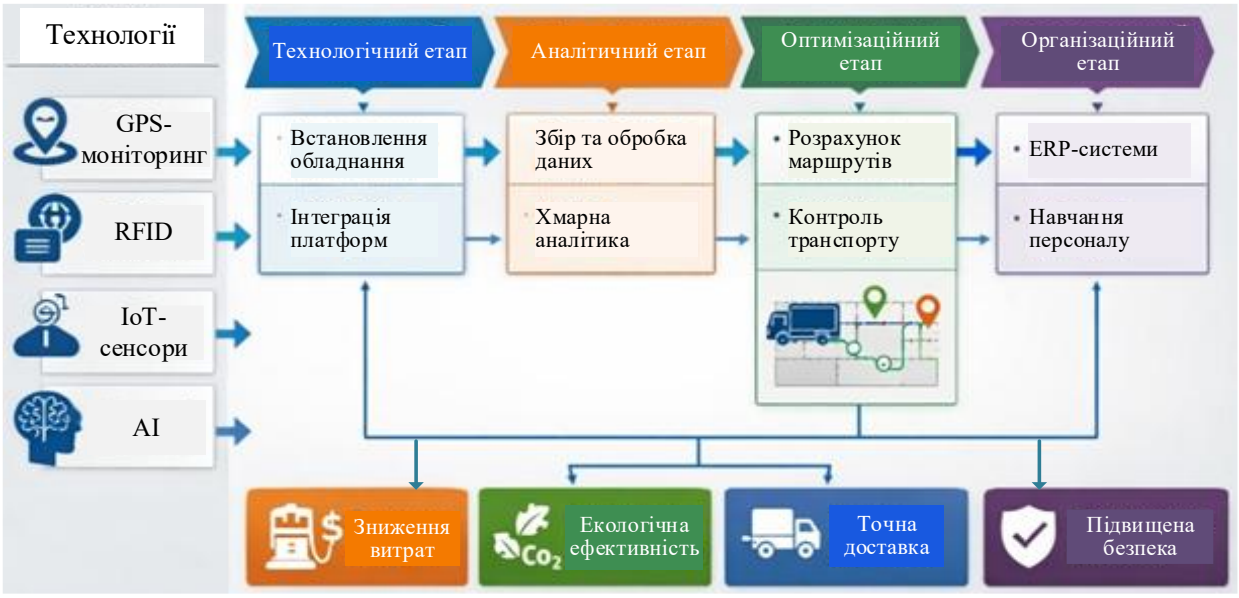

Рисунок 1 – Схема інтеграції навігаційних систем у логістичні процеси транспортних підприємств

Інтеграція навігаційних систем є стратегічно важливим напрямом модернізації транспортної діяльності, адже вона поєднує економічні та екологічні ефекти (табл. 3).

Таблиця 3 – Економічні та екологічні ефекти впровадження навігаційних систем у логістичні процеси приватних автотранспортних підприємств та перспективи «розумної логістики»

Ефекти	Ключові показники	Перспективи «розумної логістики»
Економічні	- Зниження витрат пального на 10–15 % - Скорочення довжини маршрутів на 8–12 % - Зменшення часу доставки на 2–3 хвилини*	- Інтеграція навігаційних систем із міськими цифровими платформами - Використання AI для прогнозування транспортних потоків - Автоматичне планування маршрутів з урахуванням трафіку
Екологічні	- Зменшення викидів CO_2	- Розвиток «зелених перевезень» у межах Smart City

Ефекти	Ключові показники	Перспективи «розумної логістики»
	- Раціональне використання ресурсів - Контроль технічного стану ТЗ	- Використання телематики для моніторингу екологічних показників - Формування єдиних інформаційних хабів для екологічного контролю

*Примітка: показник «зменшення часу доставки на 2–3 хвилини» стосується переважно міських умов із високою інтенсивністю руху та короткими маршрутами. У міжміських перевезеннях ефект може бути значно більшим – у межах 5–15 хвилин і більше, залежно від довжини маршруту, трафіку та організації логістичних процесів.

Перспективи розвитку «розумної логістики» полягають у застосуванні штучного інтелекту для прогнозування транспортних потоків, інтеграції навігаційних систем із міськими цифровими платформами, розвитку телематичних сервісів та створенні єдиних інформаційних хабів для взаємодії між перевізниками, клієнтами та муніципальними структурами. Це дозволяє формувати конкурентні переваги приватних підприємств і сприяє їхній інтеграції у концепцію «Smart Mobility».

Таким чином, навігаційні технології стають ключовим інструментом підвищення ефективності, безпеки та екологічності транспортної діяльності, а їхнє впровадження визначає новий етап розвитку сучасної логістики.

1. Буряк, В., & Кашканов, А. (2025). Інтелектуальні системи моніторингу в логістиці зернових: вплив на експлуатаційні витрати автомобільного транспорту. Автомобіль і електроніка. Сучасні технології, (28), 6–13. https://doi.org/10.30977/VEIT.2025.28.0.1

2. Woschank, M. (2024). RFID-Technologies in Warehousing: State of the Art and Future Prospectives. In 5th African conference on Industrial Engineering and Operations Management, South Africa, https://doi.org/10.46254/AF05.20240239

3. Mahale Y., Kolhar S., More A. S. A comprehensive review on artificial intelligence driven predictive maintenance in vehicles: technologies, challenges and future research directions. Discover Applied Sciences. 2025, 7, 243. https://doi.org/10.1007/s42452-025-06681-3

4. Kashkanova, A., Rotshtein, A., Kashkanov, A., & Katelnikov, D. (2025). Intelligent model for reliability control and safety in urban transport systems. Informatyka, Automatyka, Pomiary W Gospodarce I Ochronie Środowiska, 15(4), 100–107. https://doi.org/10.35784/iapgos.8276

5. İnce, E. C. (2025). Mapping the path to sustainable urban mobility: A bibliometric analysis of global trends and innovations in transportation research. Sustainability, 17(4), 1480. https://doi.org/10.3390/su17041480

6. Gawande P.D. Integrating AI-Driven Predictive Maintenance with Telematics: A Data-Centric Approach. Sarcouncil Journal of Engineering and Computer Sciences. 2025, 4(7), P. 456-462. https://doi.org/10.5281/zenodo.15862327

7. Woźniakowski T, Jałowiecki P, Zmarzłowski K. (2018). ERP systems and warehouse management by WMS. Information System in Management. 7(2). 141-51.

8. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). Intelligent Transport Systems (ITS) for Sustainable Mobility, Second Edition. Part of the WP.29 “How it works – How to join it “series. (2024). https://unece.org/sites/default/files/2024-06/ITS%20for%20sustainable%20Mobility_E_pdf_web.pdf

9. Кашканов А. А., Буряк В.В., Москалюк М.Л. Аспекти логістичного забезпечення виробничих процесів підприємств автомобільного транспорту України. Матеріали XVI міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 23-25 жовтня 2023 року: збірник наукових праць. Вінниця: ВНТУ. 2023, С. 154-156. https://atm.vntu.edu.ua/konf/Zbirnyk_STPR_AT_2023.pdf

10. Чернова, Н. (2025). Концептуальна еволюція та сутність розумного міста. Економіка та суспільство, (81). https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-81-75

КАШКАНОВ Андрій Альбертович – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету, e-mail: a.kashkanov@vntu.edu.ua

КАШКАНОВА Анастасія Андріївна – аспірант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету, e-mail: kashkanov9a@gmail.com

КОЗАЧУК Ганна Володимирівна – магістрант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету, e-mail: annakozachuk93@gmail.com

KASHKANOV Andrii, Doctor of Science in Engineering, Professor, Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: a.kashkanov@vntu.edu.ua

KASHKANOVA Anastasiia, PhD student of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: kashkanov9a@gmail.com

KOZACHUK Hanna, master student of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: annakozachuk93@gmail.com