

**М. Д. Швець**, доц., канд. техн. наук, **І. О. Хітров**, доц., канд. техн. наук  
*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне,  
Україна; e-mail: m.d.shvets@nuwm.edu.ua*

## Інтеграція технологій вантажних робіт і виробничих систем транспорту для підвищення ефективності перевезень

Автори аналізують сучасні підходи до поєднання транспортних та виробничих процесів, що дозволяють зменшити витрати та покращити швидкість виконання операцій. Особлива увага приділяється впровадженню автоматизованих та цифрових технологій, таких як роботизація складських процесів, моніторинг вантажів і управління ланцюгами поставок. Вивчається також роль інформаційних систем, що дозволяють забезпечити безперервну комунікацію між учасниками процесу і оптимізувати логістичні маршрути. Зроблено висновок, що інтеграція виробничих, технологічних і транспортних систем дозволяє знизити час обробки вантажів, зменшити ризики помилок і підвищити точність доставки. Останні досягнення в цій сфері створюють умови для розвитку більш гнучких та адаптованих процесів на транспорті.

**автомобільний транспорт, вантажні перевезення, виробнича система, технологія вантажних робіт**

**Постановка проблеми.** Зі зростанням обсягів вантажоперевезень і складністю ланцюгів постачань виникають значні труднощі у збереженні ефективності роботи як вантажних, так і виробничих систем транспорту. Існуючі технології часто не інтегровані між собою, що призводить до втрат часу, підвищення витрат на перевезення і зниження загальної ефективності [1]. Недостатня автоматизація процесів, відсутність єдиної платформи для моніторингу вантажів та недостатня координація між етапами транспортування створюють додаткові ризики та знижують якість обслуговування. Тому виникає нагальна потреба в розробці і впровадженні інтегрованих технологій, які б дозволили знизити ці проблеми, підвищити швидкість і точність перевезень, а також забезпечити оптимальне використання ресурсів на всіх етапах транспортного процесу [2].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Проблеми інтеграції технологій вантажних робіт і виробничих систем транспорту досліджуються на різних рівнях багатьма українськими і світовими науковцями. Досить детально питання ступенів та рівнів комплексної механізації та автоматизації, ланцюгів навантажувально-розвантажувальних робіт досліджено М. А. Полтавцем та О. Д. Омельченком [3]. Також Кучма О. С. [4] дослідив раціоналізацію систем організації комплексної механізації й автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт у вантажних пунктах та формування технологічних схем обробки вантажів при виконанні вантажних робіт з залученням різних видів транспорту. Технологічні аспекти перевезення негабаритних вантажів та важливість значення автоматизації при виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт розкриває О. М. Мельник [5]. М. Д. Швець, О. Г. Кірічок та В. А. Познаховський [6] дослідили процес вибору оптимального підходу до виконання навантажувально-розвантажувальних робіт, при якому механізація

буде максимальною з урахуванням конкретних видів вантажів в виробничих системах. З іноземних науковців можна акцентувати увагу на дослідженнях, що проведені Дж. Моніосом [7] щодо оптимізації автоматизації контейнерних терміналів. Король Р. Г. [8] розробив рекомендації щодо оптимізації навантажувально-розвантажувальних робіт при взаємодії різних видів транспорту в транспортних вузлах для підвищення ефективності виробничих систем. Застосування концептуальних моделей при оптимізації перевізного процесу запропонованих Т. Бектасом [9] наголошують на важливості використання інтеграційних процесів у виробничих системах для підвищення швидкості та точності роботи логістичних систем.

**Постановка завдання.** Зв'язок між впровадженням технологій вантажних робіт і розвитком виробничих систем на транспорті полягає в тому, що сучасні технології дозволяють значно підвищити ефективність і продуктивність обох систем.

Основна мета досліджень полягає у розкритті синергії між вантажними та виробничими системами транспорту, що дозволить оптимізувати логістичні процеси, зменшити час обробки вантажів, підвищити точність доставки і знизити операційні витрати, а також адаптувати існуючі виробничі і транспортні процеси до нових умов інтеграції.

**Виклад основного матеріалу.** Еволюція виробничих систем, особливо за останні роки, в умовах економічної та соціальної невизначеності, значною мірою вплинула на збільшення транспортного попиту [10]. Це стало результатом низки факторів, серед яких глобалізація торгівлі, що призвела до необхідності доставки товарів «точно в зазначений час», а також вимоги щодо підвищення ефективності використання ресурсів. Крім того, зростаюча потреба в координації та розширенні логістичних мереж постачання і збуту продукції, інтеграція різних видів транспорту для забезпечення більшої гнучкості та швидкості операцій, вимагає від підприємств постійного адаптування як окремих елементів, так і цілих виробничих і транспортних систем [11]. В умовах швидких змін в усіх сферах господарської діяльності, ці адаптаційні процеси особливо важливі для підтримання конкурентоспроможності та ефективного функціонування транспортної і логістичної інфраструктури.

Взаємозв'язок між виробничими, технологічними та транспортними системами являє собою процес інтеграції різноманітних компонентів обох систем з метою досягнення оптимізації загальної ефективності. Така інтеграція дозволяє забезпечити більш скоординовану та злагоджену роботу виробничих і транспортних процесів, що в свою чергу сприяє зниженню витрат і покращенню оперативності. Це можна досягнути різними методами, зокрема через використання єдиних програмних комплексів, які забезпечують злагоджену роботу обох систем, створення мереж для ефективної взаємодії учасників процесу, розвиток спільної інфраструктури для полегшення логістичних операцій, а також шляхом поєднання різних типів систем і технологій, які є складовими частинами виробничих і транспортних процесів. Такий підхід дозволяє знизити ризики, підвищити гнучкість та забезпечити швидке реагування на зміни в умовах ринку.

Виробничі системи на транспорті – це складні комплекси, що включають технічні, технологічні, організаційні та економічні процеси, пов'язані з транспортними перевезеннями [12]. Технічні інновації у вантажних роботах значно впливають на ефективність виробничих систем транспорту, зокрема шляхом оптимізації процесів, зменшення витрат і підвищення швидкості обробки вантажів. Саме навантажувально-розвантажувальні роботи є ключовими операціями цих систем, оскільки вони визначають ефективність транспортного процесу.

Організація і технологія навантажувально-розвантажувальних робіт безпосередньо впливає на ефективність виробничих систем автомобільного транспорту і визначає швидкість обробки вантажів, ступінь використання транспортних засобів, рівень простоїв та загальну продуктивність транспортних підприємств (рис. 1).

Поєднання навантажувально-розвантажувальних робіт з виробничими системами транспорту реалізується через логістичний підхід (вони є невід'ємною частиною логістичних ланцюгів постачання, синхронізують виробничі і складські процеси), автоматизацію та механізацію процесів (використання конвеєрів, кранів, роботизованих систем прискорює виконання робіт, зменшує простої транспорту та підвищує продуктивність виробничої системи), механізму взаємозв'язку з транспортними процесами (час безпосередньо впливає на тривалість вантажних перевезень, а оптимізація цих робіт сприяє зменшенню транспортних витрат), типу виробничої системи та їх взаємодії (дискретні системи як термінали, логістичні центри, потребують швидкодії для уникнення затримок, а безперервні системи – конвеєрні лінії, трубопровідний транспорт, інтегрують у виробничий процес), а також економічну ефективність (раціональна організація робіт знижує експлуатаційні витрати, сприяє ефективному використанню ресурсів, збільшує прибутковість).



Рисунок 1 – Роль технологій вантажних робіт у трансформації виробничих процесів на транспорті

Джерело: розроблено авторами

Зменшення часу простою автомобіля в пунктах відправлення і прийому вантажів досягається не тільки в результаті прискорення виконання навантажувально-розвантажувальних операцій, а також в результаті вдосконалення конструкції автомобіля, покращення дорожніх умов, підвищення майстерності водія, регулювання вуличного руху і інших факторів [6].

Відповідність і ефективність використання різних видів транспортних засобів обумовлюється технологічними схемами механізованого перевантаження вантажів, які розробляються по різних варіантах перевантаження з врахуванням конкретних виробничих систем. Варіантом перевантаження називається закінчене по призначенню переміщення вантажу. В межах кожного варіанту перевантаження може бути декілька варіантів механізації, тому що для перевантаження одного і того ж вантажу можуть використовуватись різні засоби механізації і відповідно їхня продуктивність може суттєво відрізнятись, що в кінцевому випадку призводить до різної продуктивності і ефективності їх використання.

Від того, з якою продуктивністю працюють механізми і за який час вони завантажують (розвантажують) автомобілі залежить тривалість простою автомобілів в навантажувально-розвантажувальних пунктах і ефективність роботи транспортних засобів на маршрутах.

Для виконання функцій по перевантаженню вантажів виробнича система постійно діючих навантажувально-розвантажувальних пунктів повинна включати: складське господарство; вагові пристрої; засоби механізації навантажувально-розвантажувальних робіт, пристосування до них і такелажний реманент; мережу під'їзних колій для руху по складу й під'їзду до вантажно-розвантажувальних постів; службові й побутові приміщення; засоби зв'язку; засоби зовнішнього освітлення для виконання вантажно-розвантажувальних робіт у темний час доби. Всі ці елементи дають змогу дотримуватись графіку виконання робіт в межах конкретної виробничої системи та більш ефективно використовувати її.

**Висновки.** Таким чином, ефективна організація сприяє підвищенню продуктивності виробничих систем автомобільного транспорту. Використання сучасних технологій (автоматизація, механізація, цифрові системи управління) скорочує простої, мінімізує витрати, підвищує безпеку та забезпечує стабільність логістичних процесів, що дозволяє оптимізувати транспортні потоки, покращити якість обслуговування клієнтів та збільшити економічну ефективність підприємства. Навантажувально-розвантажувальні роботи є не просто окремим етапом, а важливим елементом виробничої системи транспорту, що впливає на її продуктивність і економічність в цілому. Завдяки таким інноваціям виробничі системи транспорту стають більш гнучкими, швидкими і здатними ефективно реагувати на зміни умов ринку та вимоги клієнтів.

## Список літератури

1. Бабій М. В., Дзюра В. О., Бабій А. В., Рожко Н. Я., Валяшек В. Б. Обґрунтування оптимальної схеми перевезення насипних вантажів при взаємодії різних видів транспорту. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2023. Вип. 8(39), ч.ІІ. С. 190–198. URL: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8\(39\).2.190-198](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8(39).2.190-198).
2. Голуб Д. В., Аулін В. В., Біліченко В. В., Замуренко А. С. Реалізація системного підходу при визначенні ефективності функціонування складних регіональних транспортних систем. *Вісник машинобудування та транспорту*. 2022. Вип. 1(15), С. 44–51. URL: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2022-15-1-44-51>.

3. Полтавець М. А., Омельченко О. Д. Наукові основи комплексної механізації та автоматизації навантажувально-розвантажувальних транспортно-складських робіт при взаємодії з рухомих складом та макрoлогістичні системи поточних ліній і комплексів. *Наукоємні технології*. 2016. № 3. С. 308–314.
4. Кучма О. С. Рационалізація систем організації комплексної механізації й автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського*. Серія: Технічні науки. Том 35 (74) № 2 2024. С.298–303. [https://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2024/2\\_2024/43.pdf](https://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2024/2_2024/43.pdf)
5. Мельник О. М. Технологічні аспекти перевезення негабаритних вантажів. Транспортно-технологічне забезпечення процесів доставки та обробки негабаритних вантажів. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського*. Серія: Технічні науки. Том 31 (70), Ч 2. №2. 2020 С.168–174. [https://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2020/2\\_2020/part\\_2/31.pdf](https://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2020/2_2020/part_2/31.pdf)
6. Швець М. Д., Кірічок О. Г., Познаховський В. А. Механізація та організація виробничого процесу при виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт. «Наукові нотатки». Міжвузівський збірник (за галузями знань «Технічні науки»). Луцьк, ЛНТУ 2018. Вип. №62. С. 226–229.
7. Electric vehicle routing problem with single or multiple recharges / T. Erdelic et al. *Transportation Research Procedia*. 2019. Vol. 40. P. 217–224. URL: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.033>.
8. Korol R.H. Perfection of the process of interaction of various types of transport in the far eastern transport hubs. *Proceeding of the International Science and Technologies*. Springer, Singapore. 2022. Vol. 274. P. 153–162. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-981-16-8829-4\\_12](https://doi.org/10.1007/978-981-16-8829-4_12).
9. Bektas T. Freight logistics, distribution and transport Concepts. *Freight Transport and Distribution*. 2017. 285 p. URL: <https://doi.org/10.1201/9781315173962>
10. Хітров І. О., Швець М. Д. Роль транспорту у виробничих системах. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. 2023. №1(20). С. 283–289. URL: <https://doi.org/10.36910/automash.v1i20.1056>.
11. Хітров І.О. Стратегічні напрями розвитку транспортного підприємства в умовах невизначеності. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. Луцьк. 2024. №2 (23). С. 268–275. URL: <https://doi.org/10.36910/automash.v2i23.1548>
12. Бідняк М. Н., Біліченко В. В. Виробничі системи на транспорті: теорія і практика. Вінниця, Універсум, 2006. 176 с.

## References

1. Babii, M., Dzyura, V., Babii, A., Rozhko, N. & Valiashek, V. (2023). Justification of the optimal scheme of bulk cargo transportation during interaction of different types of transport. *Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences*. 8(39), Part II. [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8\(39\).2.190-198](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8(39).2.190-198) [in Ukrainian].
2. Holub, D.V., Aulin, V.V., Bilichenko, V.V. & Zamurenko, A.S. (2022). Implementation of system approach in determining the efficiency of functioning of complex regional transport systems. *Journal of Mechanical Engineering and Transport*, 1(15), 44–51. <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2022-15-1-44-51> [in Ukrainian].
3. Poltavets, M. A. & Omelchenko, O. D. (2016). Naukovi osnovy kompleksnoi mekhanizatsii ta avtomatyzatsii navantazhuvalno-rozvantazhuvalnykh transportno-skladskykh robit pry vzaiemodii z rukhomym skladom ta makrolohistychni systemy potochnykh liniy i kompleksiv. *Science based technologies*. 3(31), 308–314 [in Ukrainian].
4. Kuchma, O. S. (2024). Rationalization of system for organizing integrated mechanization and automation of loading and unloading operations at air and other transport connection points. *Scientific notes of Taurida National V.I. Vernadsky University*. 35(74), Part II, 298–303. <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.2/41> [in Ukrainian].
5. Melnyk, O. M. (2020). Technological aspects of oversized cargo transportation. Technological support of the processed of delivery and handling of oversized cargoes. *Scientific notes of Taurida National V.I. Vernadsky University*. 31 (70). Part 2, 168–174. <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2020.2-2/29> [in Ukrainian].
6. Shvets, M., Poznakhovskiy, V. & Kirichok, O. (2018). Mechanization and organization of the production process in execution loading and unloading works. *Naukovi notatki*. 62, 226–229 [in Ukrainian].
7. Erdelic, T. et al. (2019). Electric vehicle routing problem with single or multiple recharges. *Transportation Research Procedia*. 40, 217–224. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.033>

8. Korol, R. H. (2022). Perfection of the process of interaction of various types of transport in the far eastern transport hubs. *Proceeding of the International Science and Technologies*. Springer, Singapore. 274, 153-162. [https://doi.org/1007/978-981-16-8829-4\\_12](https://doi.org/1007/978-981-16-8829-4_12).
9. Bektas, T. (2017). Freight logistics, distribution and transport Concepts. *Freight Transport and Distribution*. 285 p. <https://doi.org/10.1201/9781315173962>.
10. Khitrov, I. & Shvets, M. (2023). The role of transport in production systems. *Advances in mechanical engineering and transport*. 1(20), 283–289. <https://doi.org/10.36910/automash.v1i20.1056> [in Ukrainian].
11. Khitrov, I. (2024). Strategic directions for the development of a transport enterprise under conditions of uncertainty. *Advances in mechanical engineering and transport*. 2(23), 268–275. DOI: <https://doi.org/10.36910/automash.v2i23.1548> [in Ukrainian].
12. Bidniak, M. N. & Bilichenko, V. V. (2006). *Vyrobnychi systemy na transporti: teoriia i praktyka*. Vinnytsia, 176 [in Ukrainian].

**Mykola Shvets**, Assoc. Prof. PhD tech. sci., **Ihor Khitrov**, Assoc. Prof. PhD tech. sci.  
*National University of Water and Environmental Engineering, Ukraine*

### **Integration of Cargo Work Technologies and Transport Production Systems to Increase Transportation Efficiency**

Considering the significant role of integration processes in one of the key elements of the country's transport support – the organization of loading and unloading operations for enhancing transportation efficiency – the authors conducted an in-depth analysis of scientific publications by both Ukrainian and foreign researchers.

Rapid changes occurring in all spheres of economic activity, along with the insufficient responsiveness within transport systems, highlight the importance of adaptation processes, especially for maintaining competitiveness and ensuring the efficient functioning of transport and logistics infrastructures. To improve integration, it is necessary to implement unified software systems that ensure the coordinated operation of both production and transport systems, develop networks for effective interaction among process participants, expand shared infrastructure to facilitate logistics operations, and integrate different types of systems and technologies that form essential components of production and transport processes.

Based on existing issues related to the insufficient automation of transport technological processes within production systems, the authors have studied, analyzed, and presented the impact of the organization and technology of loading and unloading operations on production systems. The execution of loading and unloading operations directly affects the economic efficiency of transport systems, mainly through a logistics-based approach, improving the mechanization and automation of cargo processes, which accelerates the execution of these operations.

The suitability and efficiency of using different types of transport vehicles depend on technological schemes of mechanized cargo handling, which are developed according to various transshipment options while considering specific production systems. The productivity of mechanisms and the time required for loading and unloading operations directly impact vehicle downtime at loading and unloading points and, consequently, the efficiency of transport operations on routes.

Thus, loading and unloading operations are a crucial element of the transport production system, directly influencing its productivity and efficiency. Thanks to such innovations, transport production systems become more flexible, faster, and better able to respond effectively to market changes and customer demands.

**road transport, cargo transportation, production system, technology of cargo works**

*Одержано (Received) 12.02.2025*

*Прорецензовано (Reviewed) 20.02.2025*

*Прийнято до друку (Approved) 28.02.2025*