

Секція 6. Логістика в контексті цифрової трансформації

УДК 004.9:656.07

Юрій АТАМАНЧУК, здобувач вищої освіти

Юрій ЛЕЩИШИН, канд. техн. наук, доцент

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна

ЦИФРОВІ ДВІЙНИКИ В ЛОГІСТИЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ

Yurii ATAMANCHUK, higher education applicant;

Yurii LESHCHYSHYN, PhD., Associate Prof.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

DIGITAL TWINS IN LOGISTICS OPERATIONS OF ENTERPRISES

Технологія цифрових двійників ґрунтується на принципі створення віртуальної копії фізичного об'єкта, процесу або системи, що функціонує у реальному часі на основі даних, отриманих із сенсорів, систем моніторингу та аналітичних модулів. Така модель забезпечує постійний зв'язок між фізичною та цифровою складовими, дозволяючи аналізувати стан, прогнозувати поведінку та оптимізувати роботу об'єкта без необхідності втручання у реальне середовище. Використання цифрових двійників охоплює широкий спектр галузей — від промисловості та енергетики до логістики й управління ланцюгами постачання, де вони виступають інструментом підвищення ефективності та прийняття рішень на основі даних.

Цифрові двійники в логістичних системах являють собою віртуальні моделі фізичних об'єктів, процесів або комплексів, створені на основі даних із сенсорів, телеметрії та систем моніторингу. Вони забезпечують відтворення поточного стану логістичних операцій у реальному часі, що дозволяє підвищувати точність управлінських рішень, знижувати ризики та оптимізувати матеріальні потоки [1].

У сфері складської логістики цифрові двійники активно застосовуються для моделювання структури складу, маршрутизації навантажувачів, управління запасами та оптимізації розміщення товару [2]. Практика впровадження цифрових двійників у великих складських комплексах свіжих продуктів довела ефективність цієї технології: створення цифрової копії автоматизованої системи прийому, сортування та виконання замовлень дозволило за допомогою симуляції конвеєрів і транспортних маршрутів зменшити затримки та оптимізувати розташування зон обробки продукції. Такі моделі забезпечують зниження кількості холостих переміщень техніки на 15–25 % і скорочення часу обробки замовлень [3].

Окрім підвищення ефективності складських процесів, цифрові двійники використовуються для моніторингу стану обладнання. На основі даних датчиків система прогнозує технічні несправності, що зменшує аварійні простої та підвищує надійність роботи у пікові періоди [4].

У транспортній логістиці цифровий двійник дозволяє відслідковувати стан транспортних засобів, маршрути руху та погодні умови, моделюючи оптимальні сценарії доставки. Наприклад, у дослідженні транспортної компанії цифровий двійник автомобільного парку аналізував телеметрію та пропонував коригування маршрутів, що

сприяло скороченню часу доставки та зменшенню витрат палива на 10–15 %.

Цифрові моделі також дають змогу тестувати сценарії підвищеного навантаження — наприклад, у сезонні періоди — та оцінювати потребу у додатковому транспорті чи персоналі.

Позитивний ефект від застосування цифрових двійників у дистрибуційних центрах підтверджують практичні приклади: провідна аналітична компанія повідомляє, що підприємство з сектору споживчих товарів скоротило витрати до 15 % завдяки моделюванню сценаріїв обробки замовлень і управління запасами.

Цифрові двійники використовуються у моделюванні ланцюгів постачання. Вони інтегрують дані виробників, складів, транспортних операторів та споживачів, що дозволяє аналізувати вплив можливих затримок, перерозподіляти ресурси та прогнозувати наслідки збоїв у постачанні. В оглядах для сталих ланцюгів постачання наголошується, що цифрові двійники не лише оптимізують логістику, а й сприяють зменшенню енергоспоживання та впливу на довкілля, особливо у транспорті та складських процесах.

Технологічна база впровадження цифрових двійників включає інтеграцію систем управління складом, ERP-платформ, IoT-сенсорів, GPS-трекерів, RFID-міток і аналітичних модулів на основі алгоритмів машинного навчання. Незважаючи на необхідність значних інвестицій у датчикову інфраструктуру та стандартизацію даних, ці системи забезпечують зменшення аварійних зупинок обладнання на 40–50 % і підвищують ефективність логістичних операцій.

Цифрові двійники створюють можливість комплексного аналізу логістичних процесів у реальному часі, дозволяють здійснювати прогнозування та моделювання сценаріїв розвитку подій, що підвищує стійкість ланцюгів постачання, оптимізує витрати та сприяє переходу підприємств до більш сталих моделей управління логістикою.

Література

1. Сержук А., Терентьєва А. Цифрові двійники в логістиці. Матеріали наукової конференції КНЕУ. Київ: КНЕУ, 2024. URL: <https://ir.kneu.edu.ua/items/5adcd3c0-e99a-43ad-bfaa-68eccc0668ac> (дата звернення: 10.11.2025).
2. Yakovenko Y., Shaptala R. Study of digital twins as the driving force of digital transformation and achieving the goals of sustainable development. *Technology Audit and Production Reserves*. 2024, № 3. URL: <https://journals.uran.ua/tarp/article/view/301423> (дата звернення: 10.11.2025).
3. М'якушко В.Л., Філін О., Матвієнко М.В. Інтеграція цифрових двійників у фінансове управління логістичних компаній. *Development and Modernization of Mechanical Engineering and Transport*. 2025, № 1. URL: <https://daemmt.odessa.ua/index.php/daemmt/article/view/578> (дата звернення: 10.11.2025).
4. В'юник О. В., Кіріченко О. В. Цифровізація як інструмент розвитку проєктної та логістичної діяльності підприємств в умовах smart-середовища. *Вісник Центральноукраїнського національного технічного університету*. 2025. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/items/2b55c215-faa0-4913-a6d1-5d0712fee3ab> (дата звернення: 10.11.2025).