

метриками використовується для обчислення функції винагороди.

Цей дослідницький підхід може розширити сферу дії та дати уявлення про створення складних систем підтримки прийняття рішень на основі штучного інтелекту для майбутньої Логістики 4.0, серед яких різні промислові проблеми в реальному часі в області оптимізації багаторежимної транспортної мережі, планування та оптимізації сценарію мережі вантажних маршрутів, планування і прокладка маршруту навантажувача, автоматизоване зберігання та вилучення в стелажі та розумний конвеєрний дизайн на основі кількох критеріїв тощо.

[1] Wang, K. Logistics 4.0 Solution-New Challenges and Opportunities. In Proceedings of the 6th International Workshop of Advanced Manufacturing and Automation, Manchester, UK, 10–11 November 2016; Atlantis Press: Dordrecht, The Netherlands, 2016; pp. 68–74.

[2] Strandhagen, J.O.; Vallandingham, L.R.; Fragapane, G.; Strandhagen, J.W.; Stangeland, A.B.H.; Sharma, N. Logistics 4.0 and emerging sustainable business models. *Adv. Manuf.* 2017, 5, 359–369.

[3] Hahn, G.J. Industry 4.0: A supply chain innovation perspective. *Int. J. Prod. Res.* 2020, 58, 1425–1441.

[4] Song, J.; Cho, Y.J.; Kang, M.H.; Hwang, K.Y. An Application of Reinforced Learning-Based Dynamic Pricing for Improvement of Ridesharing Platform Service in Seoul. *Electronics* 2020, 9, 1818. <https://www.mdpi.com/2079-9292/9/11/1818>

[5] Shen, Z.P.; Dai, C.S. Iterative sliding mode control based on reinforced learning and used for path tracking of under-actuated ship. *J. Harbin Eng. Univ.* 2017, 38, 697–704.

[6] Abdelghany, A.; Abdelghany, K.; Huang, C.-W. An integrated reinforced learning and network competition analysis for calibrating airline itinerary choice models with constrained demand. *J. Revenue Pricing Manag.* 2021, 20, 227–247.

УДК 656.078

### ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ «ЦИФРОВИЙ БЛИЗНЮК» ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ТА ЛОГІСТИКИ

#### APPLICATION OF DIGITAL TWIN TECHNOLOGY FOR PRODUCTION AND LOGISTICS

*О.М. Харламова<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Український державний університет залізничного транспорту (Харків)*

*О.М. Kharlamova<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Ukrainian state university of railway transport (Kharkiv)*

Оскільки Інтернет речей (IoT) останніми роками стає все більш поширеним, технологія Цифрових близнюків привертають велику увагу. Цифровий близнюк — це віртуальне уявлення, яке реплікує фізичний об'єкт або процес протягом певного періоду часу. Ці інструменти безпосередньо допомагають скоротити час виробництва та ланцюга поставок для створення бережливого, гнучкого та розумного виробництва

та ланцюга поставок. Нещодавно у виробничих і логістичних системах було впроваджено посилене машинне навчання для створення платформ підтримки прийняття рішень для створення комбінації бережливого, розумного та швидкого виробництва.

Технологія цифрового близнюка створює відносно тісний зв'язок між віртуальним і фізичним світами, дозволяючи дистанційно контролювати системи та компоненти й управляти ними. Більше того, тепер можна запускати імітаційні моделі для тестування та прогнозування змін ресурсів і процесів у різних сценаріях «що, якщо». Таким чином, організації зараз отримують значні переваги від технології цифрового близнюка, яка допомагає відображати та аналізувати деталі, пов'язані з продуктивністю операцій, інноваційними продуктами та послугами, а також скорочувати терміни доставки [1,2].

Вищезгадана концепція є однією з інструментів Індустрії 4.0. Індустрія 4.0 визначається як оцифровка промислових процесів, яка включає в себе оцифрування даних, а також фізичних атрибутів [3]. Industry 4.0 – це інструмент, який підвищує рівень технологічної зрілості будь-якої організаційної системи, що дозволяє впровадити цифровізацію, інтеграцію та автоматизацію в мережі виробництва та ланцюга поставок [2,3]. Крім того, четверта промислова революція зосереджена на вертикальній та горизонтальній інтеграції ланцюга створення вартості. Підприємства можуть підтримувати свої ринкові позиції на ринку, що все більш конкурентоспроможний, використовуючи переваги синергії між управлінням виробництвом та логістикою. Переваги реалізуються через логістично інтегроване управління виробництвом, включаючи проектування інформаційної системи, необхідної для планування та виконання [3]. Створення майже точного двійника процесу або продукту з чітко визначеними параметрами та змінними є цифровим двійником. Імітаційне моделювання є інструментом для створення цифрового близнюка [2]. Були проведені великі дослідження, де імітаційне моделювання та підхід цифрового близнюка були застосовані для вивчення та аналізу різних операцій виробничих систем і систем ланцюга поставок і вимірювання того, як вони впливають на результативність і розвиток організації в цілому. Проте все ще залишається мінімальне розуміння та наслідки для результатів, отриманих, коли технологія цифрового близнюка супроводжується різними іншими інструментами Індустрії 4.0 [4]. Наразі різні дослідження зосереджені на процедурі «ноу-хау», яка може допомогти побудувати описову модель з історичними даними та провести лише аналіз «що, якщо», змінивши значення змінних для певних операційних параметрів у імітаційній моделі [8]. Замість історичних даних вживаються зусилля для захоплення та отримання даних у реальному часі за допомогою Інтернету речей (IoT) і технології великих даних для подачі та моделювання попередньо створеного цифрового

прототипу-файлу-близнюка.

Пристрої IoT на основі глобальної системи позиціонування (GPS) здатні збирати велику кількість даних, які можуть служити прямим джерелом для імітаційної моделі, щоб забезпечити безризикову оптимізацію маршруту транспортного засобу відповідно до обмежень процесу. Стратегії моделювання, такі як моделювання дискретних подій, широко використовуються для розробки гнучких і оптимальних ресурсів, а також хмарних платформ прийняття рішень для врахування контекстних даних, включаючи дані про трафік і поточне положення вантажівок, що дозволяє портам використовувати потенціал цифровізації та оптимізації.

[1] Mittal, S.; Tolk, A.; Pyles, A.; Van Balen, N.; Bergollo, K. Digital Twin Modeling, Co-Simulation and Cyber Use-Case Inclusion Methodology for IOT Systems. In Proceedings of the 2019 Winter Simulation Conference (WSC), National Harbor, MD, USA, 8–11 December 2019; IEEE: New York, NY, USA, 2019; pp. 2653–2664.

[2] Ivanov, D.; Dolgui, A. A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0. *Prod. Plan. Control.* 2021, 32, 775–788.

[3] Nagy, G.; Illés, B.; Bányai, Á. Impact of Industry 4.0 on production logistics. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering; IOP Publishing: Bristol, UK, 2018; p. 12013.

[4] Abideen, A.Z.; Mohamad, F.B.; Fernando, Y. Lean simulations in production and operations management—A systematic literature review and bibliometric analysis. *J. Model. Manag.* 2020, 16, 623–650.

**УДК 65.011.56**

### **ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ЛОГІСТИЧНИМИ РИЗИКАМИ НА ТРАНСПОРТІ**

### **INFORMATION AND ANALYTICAL SUPPORT IN THE LOGISTICS RISK MANAGEMENT SYSTEM ON TRANSPORT**

*канд. екон. наук Н.Г. Челядінова<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Український державний університет залізничного транспорту(м.Харків)*

*PhD(Econ.) N.G.Cheliadinova<sup>1</sup>,*

<sup>1</sup>*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Управління ризиками на транспортних підприємствах України в сучасних умовах потребує перегляду діючої системи управління відповідно до діючих викликів і потреб. Внутрішнім джерелом ризиків на транспортних підприємствах є неефективне ведення діяльності, при якому витрати суттєво перевищують одержані доходи, накопичення непокритих