

Використання промислового метавсесвіту в цифровій трансформації виробництва

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

У доповіді розглядається концепція промислового метавсесвіту як сучасного інструменту для оптимізації виробничих процесів. Представлено інтегровану модель, що об'єднує традиційні методи управління з сучасними цифровими технологіями, зокрема, системою цифрового подвійника та алгоритмами штучного інтелекту. Основна мета дослідження – підвищення ефективності та безпеки виробництва за рахунок використання симуляційного середовища, що дозволяє прогнозувати та усувати потенційні відхилення у роботі виробничих систем.

Ключові слова: промисловий метавсесвіт, цифровий подвійник, штучний інтелект, оптимізація виробництва, цифрова трансформація.

Abstract

The report discusses the concept of the industrial metaverse as a modern tool for optimizing production processes. The paper presents an integrated model that combines traditional management methods with modern digital technologies, in particular, a digital twin system and artificial intelligence algorithms. The main goal of the study is to increase the efficiency and safety of production through the use of a simulation environment that allows predicting and eliminating potential deviations in the operation of production systems.

Keywords: industrial metaverse, digital twin, artificial intelligence, production optimization, digital transformation.

Вступ

Сучасна індустрія перебуває на порозі четвертої індустріальної революції, де цифрові технології стають основою для модернізації виробничих процесів. Водночас класичні методи контролю та управління, що перевірені часом, залишаються важливими для забезпечення стабільності та надійності виробництва. Інтеграція цих підходів у вигляді промислового метавсесвіту дозволяє поєднати інновації з традиціями, створюючи гібридну модель управління виробничими процесами.

В сучасних умовах цифрова трансформація виробництва набуває вирішального значення для забезпечення конкурентоспроможності підприємств, і концепція промислового метавсесвіту виступає одним із ключових інструментів цієї трансформації. У доповіді розглядається інтеграція традиційних методів управління виробничими процесами з сучасними цифровими технологіями, що дозволяє створити єдине інтерактивне цифрове середовище. Завдяки цьому підприємства можуть ефективніше планувати, контролювати та оптимізувати робочі процеси, поєднуючи віртуальне моделювання з реальними виробничими даними.

Особлива увага приділяється системам цифрових двійників, які дозволяють створити точні віртуальні копії фізичних об'єктів та процесів, що, в свою чергу, сприяє оперативній діагностиці потенційних несправностей та прогнозуванню відхилень у роботі виробництва. Водночас інтеграція алгоритмів штучного інтелекту забезпечує аналіз великих обсягів даних, виявлення закономірностей та оптимізацію ресурсів, що є незамінним при модернізації складних виробничих систем.

Метавсесвіт — це інтерактивний цифровий простір, що поєднує елементи віртуальної (VR) та доповненої реальності (AR), створюючи занурювальне середовище для користувачів. Різні компанії розробляють власні платформи для реалізації метавсесвіту, кожна з яких має свої особливості та підходи. Розглянемо декілька ключових реалізацій.

Порівняння реалізацій метавсесвіту

Застосування концепції промислового метавсесвіту відкриває перспективи для подальшого розвитку індустріальної інфраструктури, де цифрові технології стають мостом між минулим досвідом і майбутніми можливостями. Розробка єдиних стандартів взаємодії між фізичними та цифровими

компонентами, а також вдосконалення алгоритмів прогнозування стану виробничих систем, є важливими кроками для подальшої інтеграції цих рішень. Цифрова трансформація за допомогою промислового метавсесвіту сприяє не тільки оптимізації виробничих процесів, а й забезпечує безпеку, стійкість та підвищення кваліфікації персоналу, що є ключовими чинниками успішного розвитку сучасної промисловості [1].

Meta: Horizon Worlds. У 2021 році компанія Facebook змінила назву на Meta, підкреслюючи свій фокус на розвитку метавсесвіту. Їхня платформа Horizon Worlds дозволяє користувачам створювати та досліджувати віртуальні світи, спілкуватися та взаємодіяти в VR-середовищі. Meta прагне об'єднати соціальні мережі з віртуальною реальністю, створюючи інтегроване цифрове середовище.

Epic Games: Fortnite та Unreal Engine. Epic Games підходить до метавсесвіту з двох сторін. По-перше, їхня гра Fortnite еволюціонувала з королівської битви до соціальної платформи, де проводяться концерти, заходи та інші інтерактивні події, залучаючи понад 350 мільйонів гравців. По-друге, Epic розвиває Unreal Engine — потужний ігровий рушій, який використовується для створення високоякісних 3D-ресурсів, що можуть бути інтегровані в різні метавсесвіти.

Unity: Кросплатформенний ігровий рушій. Unity є популярним рушієм для створення інтерактивних 3D-додатків з підтримкою VR та AR. Він забезпечує кросплатформенність, підтримуючи понад 25 платформ, що робить його привабливим для розробників, які прагнуть створювати контент для різних пристроїв та середовищ метавсесвіту.

NVIDIA Omniverse: Платформа для цифрових двійників. NVIDIA Omniverse — це платформа, яка дозволяє створювати цифрові двійники об'єктів та місць, аналізувати їх поведінку в реальному світі та забезпечувати реалістичні симуляції. Вона активно використовується в промисловості для проектування фабрик та інших складних систем, забезпечуючи інтеграцію різних джерел даних та візуалізацію в режимі реального часу [2].

Існують також інші платформи, які розвиваються в напрямку метавсесвіту. Наприклад, британська компанія Immersive VR Education розробила платформу ENGAGE, яка дозволяє вчителям створювати та проводити інтерактивні уроки у VR для своїх учнів. Подібним чином, американська компанія Virtual School створила платформу, яка дозволяє учням відвідувати віртуальні заняття та отримувати кредити для здобуття диплома про середню освіту.

Застосування промислового метавсесвіту

Завдяки інтеграції різних джерел даних та забезпеченню колаборації між віддаленими командами, дана платформа відкриває нові можливості для аналізу, візуалізації та управління виробничими процесами. Синергія між перевіреними традиційними методами управління та інноваційними цифровими технологіями дозволяє не лише підвищити ефективність виробництва, а й забезпечити стабільність і безпеку роботи підприємств.

Промисловий метавсесвіт:

- Підвищує ефективність виробництва. Завдяки симуляційним моделям можна оптимізувати робочі процеси, зменшуючи витрати ресурсів.
- Покращує безпеку виробничих процесів. Рання діагностика потенційних несправностей дозволяє запобігти аварійним ситуаціям та знизити ризики.
- Сприяє підвищенню кваліфікації персоналу. Віртуальне середовище дозволяє проводити навчання без ризику для реального обладнання.
- Інтегрує традиційні методи управління з сучасними цифровими технологіями. Забезпечує гармонійне поєднання перевірених часом підходів з інноваційними рішеннями, що сприяє стабільності виробничих процесів [3].

Промисловий метавсесвіт визначається як інтегроване цифрове середовище, де віртуальні моделі виробничих процесів гармонійно співіснують з реальним обладнанням та технологіями автоматизації. Така модель дозволяє здійснювати симуляції, прогнозувати можливі відхилення в роботі систем та швидко реагувати на зміни в умовах виробництва.

Інтеграція традиційних інженерних розрахунків і сучасних алгоритмів штучного інтелекту створює підґрунтя для моделювання та аналізу виробничих процесів у віртуальному просторі (рис. 1). Використання систем цифрового подвійника (digital twin) дозволяє в режимі реального часу відображати фізичний стан об'єктів виробництва, що сприяє прийняттю зважених рішень [4].



Рис. 1 – Реалізація цифрового двійника автомобіля для моделювання у Nvidia Omniverse

Комбінація класичних методів аналізу з інноваційними цифровими інструментами підвищує точність прогнозування та ефективність управління.

Перспективи впровадження

Переваги впровадження:

- Оптимізація виробничих процесів: Завдяки симуляціям можна визначити найбільш ефективні сценарії роботи, що дозволяє зменшити витрати ресурсів та підвищити продуктивність.
- Підвищення рівня безпеки: Раннє виявлення потенційних несправностей через аналіз цифрових моделей сприяє своєчасному втручання та запобіганню аварійним ситуаціям.
- Можливості для навчання: Віртуальне середовище стає платформою для підвищення кваліфікації співробітників без ризику для реального обладнання (рис. 2).

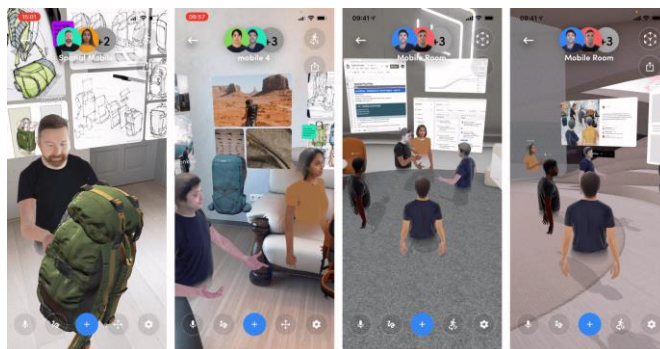


Рис. 2. Spatial io. Платформа для віртуальних зустрічей та спільної роботи в 3D.

Виклики та шляхи їх подолання:

- Технічна інтеграція: Одним із ключових завдань є забезпечення безперебійного зв'язку між фізичними виробничими об'єктами та їх цифровими аналогами.
- Кібербезпека: Створення надійних протоколів захисту даних є критично важливим для запобігання зовнішнім та внутрішнім загрозам.
- Стандартизація: Розробка та впровадження єдиних стандартів для цифрових платформ сприятиме інтеграції різних систем та технологій, зберігаючи при цьому традиційні підходи до управління [5].

Прогнозується, що комбінування інноваційних технологій з перевіреними методами управління стане каталізатором наступного етапу четвертої індустріальної революції.

Висновки

Отримані результати свідчать про високий потенціал використання промислового метавсесвіту в сучасному виробництві. Основними викликами залишаються забезпечення надійного зв'язку між

фізичними та цифровими компонентами, а також питання кібербезпеки. Проте, комбінування класичних методів управління з інноваційними технологіями створює перспективні можливості для подальшої цифрової трансформації виробничих систем.

Запропонована модель використання промислового метавсесвіту демонструє, що інтеграція цифрових технологій у виробничі процеси не тільки оптимізує їх роботу, але й сприяє підвищенню безпеки та ефективності. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на вдосконалення алгоритмів прогнозування та розробку єдиних стандартів взаємодії між фізичними та цифровими компонентами виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Цифрові двійники для промислового застосування Визначення, комерційна цінність, аспекти розробки, стандарти та приклади використання. Mautic. An Industrial Internet Consortium White Paper. Version 1.0. Industrial Internet Vocabulary Technical Report, IIC 2020-02-18 URL: https://atep.kpi.ua/wp-content/uploads/2021/12/iic_digital_twins_industrial_apps_white_paper_2020-02-18-ukr.pdf (дата звернення: 23.03.2025).
2. NVIDIA Omniverse – технологія «цифрових двійників» для гарнітури Apple Vision Pro. *hi-Tech.ua*. URL: <https://hi-tech.ua/uk/nvidia-omniverse-tehnologiya-cyfrovih-dvijnykiv-dlya-garnitury-apple-vision-pro/>. (дата звернення: 23.03.2025).
3. Вплив інтелектуального капіталу та штучного інтелекту на цифрові трансформації / Л. Мельник та ін. *Управління змінами та інновації*. 2024. № 9. С. 36–43. URL: <https://doi.org/10.32782/СМІ/2024-9-8>.
4. Nvidia запускає Omniverse Cloud для підтримки "цифрових двійників" у промисловості | KO.com.ua. URL: https://ko.com.ua/nvidia_zapuskaye_omniverse_cloud_dlya_pidtrimki_cifrovih_dvijnykiv_u_promislovosti_142171 (дата звернення: 23.03.2025).
5. Rapidly Create Real-Time Physics Digital Twins with NVIDIA Omniverse Blueprints | NVIDIA Technical Blog. *NVIDIA Technical Blog*. URL: <https://developer.nvidia.com/blog/rapidly-create-real-time-physics-digital-twins-with-nvidia-omniverse-blueprints/> (date of access: 23.03.2025).

Кулик Ярослав Анатолійович – к.т.н., доцент кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: Yaroslav.Kulik@i.ua;

Kulyk Yaroslav A. - Ph. D., Assistant Professor of Department of Automation and Intelligent Information Technologies, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, email: Yaroslav.Kulik@i.ua;