

**УДК 004.94**

**Б. Б. Млинко, к.т.н.; О. П. Стефанюк**

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

## **АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ІГРОВИХ РУШІЇВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ НА ОСНОВІ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ**

**B. B. Mlynko Ph.D, O. P. Stefaniuk**

## **ANALYSIS OF THE USE OF GAME ENGINES FOR THE CREATION OF DIGITAL TWINS BASED ON A SYSTEM APPROACH**

В епоху Індустрії 4.0, цифрові інструменти, що застосовуються у виробництві та виробничій діяльності, стають викликом для підприємств. Використання технології цифрових двійників базується на інтеграції різних «традиційних» інструментів, таких як імітаційне моделювання та сенсори, і має на меті підвищити продуктивність виробничих процесів. Імітаційне моделювання дозволяє створити цифрову копію реальних процесів, яка динамічно оновлюється за допомогою даних, отриманих від інтелектуальних об'єктів на основі сенсорних технологій. Використання цифрових двійників у виробничій діяльності постійно зростає, оскільки вони застосовуються в різних сферах, починаючи з етапу проектування і закінчуючи експлуатацією.

Метою даної роботи було здійснити аналіз можливості використання ігрових рушіїв для створення цифрових двійників фізичних об'єктів; представити сучасний стан досліджень технології цифрових двійників, її різноманітних застосувань і перетину між цифровими двійниками і ігровими рушіями. Для проведення такого аналізу було використано системний підхід та методи системного аналізу.

Для виробництв цифрові двійники слугують засобом для впровадження інновацій. Для створення цифрових двійників, інженери збирають виробничі, фізичні та експлуатаційні дані, щоб об'єднати їх у віртуальну модель з метою проведення системного аналізу. Ці віртуальні моделі є важливими інструментами для інформування компаній про те, як працюють і як працюватимуть в майбутньому їхні продукти. Виникла потреба визначити найкращий засіб для відображення цієї інформації у доступній, візуальній формі. Саме тут ігрові рушії доводять свою цінність. Завдяки своїм потужним можливостям рендерингу та вдосконаленим фізичним рушіям, ігрові рушії, такі як Unreal Engine, розширюють можливості цифрових двійників та полегшують сприйняття візуалізацій [1]. По суті, ігрові рушії працюють в якості фреймворку, що дозволяє користувачам простіше створювати відеоігри, без потреби робити все з нуля. Ігрові рушії були створені з метою спростити розробку комп'ютерних ігор, але зараз вони також використовуються для візуалізації даних, створення анімацій та симуляцій.

Протягом тривалого часу можливості виробників щодо тестування та візуалізації даних були обмеженими, але ігрові рушії призвели до значних змін в цьому процесі. Прогресивні, інноваційні виробники зрозуміли, що ігрові рушії можна використовувати не лише для розробки комп'ютерних ігор, а й для візуалізації даних, процесів та продуктів в новий спосіб та для будь-яких типів виробничих компаній. Ігрові рушії, подібні до Unity чи Unreal Engine можуть похвалитися розвиненими 2D- та 3D-рушіями рендерингу, які здатні генерувати фотореалістичні середовища в яких імітується поведінка фізичних об'єктів чи процесів з реального світу [2]. Ці технології дозволяють наглядно бачити, як зміни впливатимуть на робочі процеси та кінцевий дизайн, а також створювати та декомпонувати моделі для аналізу окремих елементів. Окрім побудови моделей та тестування, ігрові рушії розширюють можливості цифрових двійників для маркетологів, дозволяючи клієнтам випробувати віртуальні

версії продуктів перед прийняттям рішення про їх покупку. Деякі виробники транспортних засобів використовують ігрові рушії для створення дизайну нових автомобілів та імітації їх поведінки, що відкриває можливості цифрових двійників широкій аудиторії. Це означає, що людям не потрібно мати високу технічну підготовку, щоб зрозуміти інженерні симуляції, оскільки багаті можливості візуалізації ігрових рушіїв дозволяють точно побачити, як буде виглядати, відчуватися та працюватиме продукт в реальних умовах, що робить їх ефективним інструментом маркетингу.

Створення цифрових двійників за допомогою ігрових рушіїв потребує потужного засобу для управління великими файлами та даними. Для цього варто використовувати високопродуктивну систему контролю версій корпоративного рівня, яка може масштабуватися разом з проектами. Ігрові рушії разом з системою контролю версій спроможні безпечно та швидко забезпечити всі аспекти розробки цифрових двійників, оскільки вона передбачає управління великою кількістю файлів та безліччю ітерацій проєктів. Збереження всієї роботи на мережевому диску не є ефективним. Однією з систем контролю версій, які підходять для розробки цифрових двійників в ігрових рушіях є Perforce Helix Core, що забезпечує високу продуктивність, якої потребують компанії, оскільки цій системі довіряють дев'ятнадцять з двадцяти найкращих студій-розробників AAA-ігор та провідних віртуальних продакшн-команд по всьому світу [3].

Очікується, що до 2030 року обсяг світового ринку цифрових двійників досягне 155 мільярдів доларів [4]. Чим більше компаній використовуватимуть цифрових двійників для створення продуктів, тим ефективніше вони зможуть створювати цілі екосистеми Інтернету речей, що допоможе командам обмінюватися цінною інформацією для створення якісних продуктів. За допомогою ігрового рушія створювати та підтримувати цифрового двійника набагато простіше і швидше, легше орієнтуватися і користуватися ним, як і будь-якою добре розробленою комп'ютерною грою.

Проведений аналіз є значним внеском у дослідження цифрових двійників, показуючи стан наукової роботи з моменту її започаткування і до сьогодні, надає цінну інформацію про цифрових двійників і ігрових рушіїв для їх імплементації.

### **Література**

1. Unreal Engine. Getting started with digital twins. Sep 10, 2021. <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/getting-started-with-digital-twins>
2. Program-Ace. Unity vs. Unreal: What to Choose for Your Project? Oct 2, 2023. <https://program-ace.com/blog/unity-vs-unreal/>
3. Perforce. Top Version Control System (VCS) for Your Industry. Solve Challenges With Helix Core Version Control System. <https://www.perforce.com/solutions/version-control>
4. Grand View Research. Digital Twin Market Size, Share & Trends Analysis Report By Solution (Component, Process), By Deployment (Cloud, On-premise), By Enterprise Size, By Application, By End-use, By Region, And Segment Forecasts, 2023 – 2030. Report ID: GVR-2-68038-494-9. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/digital-twin-market>